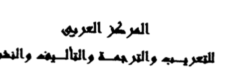
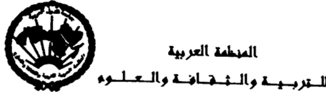


أسس الاتصالات اللاسلكية لِـلي

تأليف : William C.Y. Lee
ترجمة : م. محمد موفق العوا
مراجعة: أ.د. أحمد عمر يوسف







أسس
الاتصالات اللاسلكية

لِـلي

أسس
الاتصالات اللاسلكية
لِلي

تأليف

William C.Y. Lee

ترجمة

المهندس محمد موفق العوا

مراجعة

أ.د. أحمد عمر يوسف

دمشق 2002

LEE'S ESSENTIALS OF WIRELESS COMMUNICATIONS

William C.Y. Lee

Published in Arabic by Arrangement with the original publisher, The McGraw-Hill Companies, Inc.

أسس الاتصالات اللاسلكية لـ لـي

ترجمة: المهندس محمد موفق العوا

المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر بدمشق

ص.ب: 3752 - دمشق - الجمهورية العربية السورية

هاتف: 3334876 11 963 + ـ فاكس: 3330998

E-mail: acatap@net.sy
Web Site: www.acatap.org

مقدمة المترجم

تلعب الاتصالات الدور الرئيسي في ما نشهده من تطور هائل، في مختلف الأنشطة وفي أداء الفرد والجماعات، نجنـــي ثماره وفوائده على جميع الصعد.

الاتصال بمفهومه البسيط هو تحقيق لعملية تبادل المعلومات، وقد قام بها الإنسان الأول باستخدام وسائل بسيطة كالمرآة والحمام الزاجل، ثم تطورت هذه الوسائل إلى أن وصلت إلى مستوى الخدمات التـــي نشهدها حالياً. فخدمات الاتصالات الراديوية مثلاً لا تقتصر على تبادل المعلومات الشخصية، فهناك الخدمة الإذاعية والفلكية والاستشعار والسلامة وتحديد الموقع والمناخ والتحكم ...إلخ.

تتحقق خدمة الاتصال باستخدام وسط نقل سلكي (كوابل محورية أو ضوئية أو نحاسية) أو لاسلكي (باستخدام مورد طبيعي محدود هو الطيف الترددي) وباستخدام تجهيزات طرفية وبدالات ومسيِّرات وبوابات وحواسب، وباستخدام برمجيات وبرامج تحقق جميعها عملية النقل، إضافة إلى تأدية وظائف بصورة آلية نيابة عن المستخدم الذي يقتصر أداؤه على ضغط بضعة أزرار على طرفية تتطور باستمرار.

إن الاتصال هو توأم المعلومات. والمعلومات مصدر من مصادر القوة في هذا الكون، و قوة المعلومات في تحصيلها ومعالجتها واستخدامها لتحقيق أمن الفرد والمجتمع بوجوهه كافة.

وكلما ازدادت الحاجة لنقل المعلومات بأقصر وقت ممكن، كلما ازدادت الحاجة لمزيد من التطوير في مجال الاتصالات يتجلى في توفير مزيد من الأقنية لمزيد من الحركة (Traffic)، وبتدفق أكثر غزارة (Through put) وتغطية جغرافية واسعة وإمكانية نفاذ واتصال أثناء التنقل والترحال والثبات، وجودة أعلى يبحث عنها المستخدم باستنباط أنماط اتصال جديدة وتخطيط وتطوير شبكات سمتها الديناميكية والاستجابة السريعة.

لقد أسهمت نظرية المعلومات لشانون والتطوير الصناعي الهائل في إنتاج العناصر الإلكترونية إلى جانب الجهد اللامحدود والمشترك في تحقيق ما نشهده من تطور في الاتصالات.

وإن قمة ما أنتجه تزاوج المعلومات والاتصالات هو خدمة الإنترنت التـــي رسمت

وترسم ملامح ما يسمى بالمجتمع الجديد.

لقد تضمّن هذا الكتاب "أسس الاتصالات اللاسلكية"، لمؤلفة الدكتور (W.C. Lee) الغنـي عن التعريف في مجال الاتصالات، خلاصة معتبرة لأسس تم تطبيقها وتداولها وتطويرها ولمس المترجم سماتها المتميزة الثلاث وهي:

1. تطوير أنماط الاتصال اللاسلكي من خلال سرد تضمن حوادث وأسماء لمشاركين ولمواقع وأزمنة نسجت تاريخاً غنياً استخلص المؤلف منها عبراً يستفاد منها. كما أنه بهذا السرد قد ربط الماضي بالحاضر، مما كوّن قصة التطور لحقبة امتدت على مدى ثلاثة عقود عاشها المؤلف وشارك في أحداثها وفعالياتها.
2. إعطاء ملامح لمستقبل الاتصالات اللاسلكية واستخدام الطيف الترددي وأسلوب إقامة الشبكات.
3. استخدام أسلوب الشرح المبسط في تقديم المعلومة عن الخبرة النظرية والعملية، والاستعانة بعلاقات رياضية مبسطة مما يتيح الفرصة لشريحة كبيرة من العاملين في حقل الاتصالات، أو من يسعى للدخول فيه الاستفادة منها، وهذا أسلوب ليس بمقدور الكثيرين القيام به.

ونظراً لاحتمال كون بعض المفردات أو المصطلحات العربية المستخدمة في ترجمة هذا الكتاب غير مألوفة للقارئ الكريم، فقد تم الحرص على طباعة ما يقابلها باللغة الإنكليزية تجنباً للالتباس وإضعاف المعنـى التقنـي للنص، وتسهيلاً لتواصل نقل المعرفة من المراجع باللغة الإنكليزية.

وختاماً نرى من الواجب علينا أن نتقدم بوافر التقدير والامتنان لأستاذنا الكبير المرحوم الدكتور المهندس أحمد عمر يوسف، الذي لم يدخر جهداً لتحقيق أمانة النقل في ترجمة هذا الكتاب، فكان له الفضل في مراجعته بكل إخلاص وحرص، وبكل ما يملك من قدرة وخبرة علمية عالية عُرِف بها. لكن مشيئة الله تعالى قضت بأن توافيه المنية وينتقل إلى جوار ربه قبل طبع هذا الكتاب وإصداره. لقد اختتم تاريخه الحافل بالإنجازات المهمة والمفيدة لبلده وأهله بمراجعة هذا الكتاب. رحمه الله وأسكنه فسيح جنانه.

المحتويات

الفصل الخامس: تعلم من الماضي 119



مقدمة

لقد جرت تبدلات عديدة في صناعة الاتصالات اللاسلكية في الخمسة عشر سنة الماضية. سأحاول وصف أنظمة الاتصالات اللاسلكية والتقانات الأحدث في هذا الكتاب، بعض منها انتشر وبعض منها لم ينتشر ويتوجب علي القول بأن مصير كل منها يعتمد على الجهد (effort) وعلى الحظ (luck) والأول قابل للسيطرة أما الثاني فلا، وحول الحديث عن الحظ سوف أروي لكم كيف دخلت إلى ميدان الاتصالات اللاسلكية.

في كانون الأول (ديسمبر) من عام 1963 أنهيت أطروحة الدكتوراه في جامعة ولاية اوهايو بمواضيع متعلقة بالاتصالات الفضائية. حصلت على عرض من مختبرات بل للعمل في ميدان الاتصالات الفضائية. وفي وقت إبلاغي بالعمل في الأول من مارس 1964 كانت الوظيفة قد ألغيت إذ مرر الكونغرس مشروع قانون لتشكيل شركة تدير قضايا الاتصالات الفضائية تدعى بـ Communication Satellite Company واختصاراً Com Sat وكان بإمكاني الذهاب إلى واشنطن دي سي للالتحاق بكوم سات أو أن أكلف بعمل آخر وعندما تبين لي بأن الوظيفة الجديدة كانت الاتصالات المتنقلة أخبرتهم بصراحة بأنني لم أدرس الاتصالات المتنقلة في الجامعة. إلا أن ردهم كان بأنه لا يوجد من يعلم هذا المجال. وحينئذ كان قد تم تشكيل شعبة بحث في الاتصالات المتنقلة. وكنت أول شخص استُخدم من الخارج. إنني لم أختر الاتصالات المتنقلة إلا أنني كنت محظوظاً في أنني أصبحت جزءاً منها.

في استعراض للخمسة عشر سنة التي قضيتها في مخابر بل فقد بدأت في قسم البحث ثم انتقلت إلى قسم الأنظمة ومن ثم انتقلت إلى قسم المقاسم (البدالات – Switching) وانتهيت أخيراً في قسم التطوير. بهذه الخبرة والمعرفة الطازجة انتقتني مخابر بل لتدريس مقرر كان مقرراً داخلياً لبل عام 1978 هو نظرية الاتصالات المتنقلة. وقد حضر المقرر عدة علماء معروفين تماماً في مخابر بل. وقد شجعتني مواد المحاضرات لتدوين كتابي الأول. (هندسة الاتصالات المتنقلة Mobile Communication Engineering) طبع عام 1982 من قبل الناشر

.McGraw-Hill

حاولت AT&T الحصول على رخصة الـ 800 ميغاهرتز الخليوية منذ عام 1974 وكان السبب في عدم نجاحها بالمرة هو خوف اتحاد الحامل الراديوي المشترك (Radio Common Carrier Association) من أن تحتكر الـ AT&T صناعة الاتصالات المتنقلة وقد طلب الاتحاد هذا من الـ FCC تأخير إصدارات الترخيص. بحلول عام 1979 شعرت بأن علي ألا أنتظر إلى أن تحصل مخابر بل على الترخيص. لهذا انضممت إلى شعبة الاتصالات الدفاعية (Defense Communication Division) (ITTDCD) وعملت في مشروع الاتصالات المتنقلة العسكرية ومنحت براءتين في تعديل الطيف المنشور (Spread Spectrum) واحدة في مانع التشويش (anti-Jammuing) والأخرى في الاتصالات المغلقة السرية (Covert). اخترعت عام 1984 باستخدام الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) AI اتصالات بدون توصيلات Connectionless (بدون محطة رئيسية Master Station) للاستخدام في ظروف المعركة وقد استغرق فاحص مكتب البراءة الأمريكي ثلاث سنوات كي يصدر البراءة بسبب حداثة المجال بالنسبة له.

في عام 1981 تم تقسيم الطيف الخليوي في النطاق 800 ميغاهرتز من قبل الـ FCC إلى نطاقين، النطاق A والنطاق B. رخص النطاق A للشركات غير الهاتفية (نداء وتوزيع Dispatching) ودعي حينئذ بالنطاق غير السلكي بينما رخص النطاق B للشركات الهاتفية ودعي بالنطاق السلكي. في عام 1984 بدأت معظم شركات بل في التشغيل (Operating) الإقليمية (Regional) في نشر المنظومات الخليوية. في عام 1985 طلبت شركة باك تيل الخليوية منـــي (Pactel) (فرعية لشركة Pacific Telesis Company) الانضمام لشركتها. وفي ذلك الحين كانت بعض الشركات تضغط على الـ FCC لتحصل على منظومة خلوية بحزمة وحيدة الجانب جديدة (SSB). كان بالإمكان استبدال ستة أقنية وحيدة الجانب بقناة تعديل ترددي FM ذات ثلاثين كيلوهرتزاً. لهذا فقد اشتكوا من أن منظومة حزمة وحيدة الجانب لها سعة أكبر وكفاءة طيف (Spectrum Efficiency) أعلى من منظومة بتعديل ترددي.

في الثاني من آب أغسطس عام 1985 دعيت من قبل الـ FCC للتحدث عن المقارنة بين

كفاءة طيف منظومات الحزمة وحيدة الجانب ومنظومات التعديل الترددي (FM). كان ما وجدته بأنه للمحافظة على نفس الجودة الكلامية فإن متطلبات المسافة لإعادة استخدام (Re-use) نفس تردد القناة للحزمة وحيدة الجانب كانت أكبر من تلك للتعديل الترددي FM في منظومة خليوية. كنتيجة لم يكن هناك فرق بين المنظومتين في كفاءة الطيف. بعد حديثي كان مروجو الـــ SSB هادئين. هل بإمكانك التصور بأنه سيكون هناك منظومتان تماثليتان الـــFM والـــ SSB. كان ذلك سيؤدي لتباطؤ في نمو الصناعة الخليوية في مرحلة إقلاعها حتماً.

في عام 1987 بدأت سعة منظومة خليوية تغدو قضية. استنتجنا بأن لا منظومة تماثلية قادرة على زيادة السعة وحاجتنا هي في الذهاب إلى منظومات رقمية من أجل سعة أكبر.

في الثالث من أيلول سبتمبر لعام 1987 دعت الـــ FCC ممثلين لثلاث شركات منتجة كبيرة وأنا من شركة تشغيل لمناقشة منظومات المستقبل الخليوية. قدمت في حينها علاقة (Formula) جديدة تستطيع حساب سعة كل منظومة رقمية. استخدمت هذه العلاقة فيما بعد من قبل الصناعة (Industry) لمقارنة المنظومات المختلفة.

كان لي الشرف أن يتم اختياري من قبل صناعة الخليوي لأكون رئيساً مشاركاً (co-chair) في لجنة تقانة الراديو المتقدمة الفرعية لـــ (CTIA) ARTS: Advanced Radio Technology Subcommitte اعتقدت في ذلك الوقت بأن الـــ FDMA كان اختياراً أقل خطورة. ويمكن له أن ينتشر في عام 1990. أرسلت (ARTS) رسالة لأربع شركات هي (AT&T)، موتورولا، نورثون تيليكوم، اريكسون، وطلبت منها فيما إذا كانت ترى أية صعوبة في اختيار الـــ FDMA وكان الجواب كلا. استقلت في ذلك الوقت من منصب الرئيس المشارك. بدأت في تطوير اختراعي لمنظومة خلية ميكروية (microcell). في عام 1988 وبعد نقاش وتفكير كبيرين في الصناعة تم اختيار الـــ (TDMA) وأصبت بخيبة أمل. جاء إلي في عام 1989 مديرو ومهندسو Qualcomm أصحاب القرار (Key Engineer) لمناقشة احتمال استخدام تقسيم الرمز ذي النفاذ المتعدد (CDMA). في شباط فبراير 1989 أشرت إليهم بالحاجة إلى تحكم بالقدرة في منظومة الـــ CDMA بسبب تداخل التأثير القريب البعيد (near-far interfernce). اكتشفت (Qualcomm) في ابريل 1989 تقنية تحقيق التحكم

بالقدرة كما صدمت صناعة الخليوي العالمية بعرضها. في كانون الأول ديسمبر من عام 1990 طلب منـــي الدكتورHan-Su Park من كوريا إعطاء حلقة بحث (seminar) في سيئول وعندما أوجزت وصف منظومة الـــ CDMA الجديدة جلبت انتباه الـــ (ETRI) (ETRI: Electronic Technology and Research Institute) بعد ذلك ذهبت أنا و Alan Salmasi من Qualcomm إلى كوريا لإعطاء حلقة دراسية حول الـــ CDMA وهي التـــي فتحت الأبواب للحكومة لمتابعة تقانة الـــ CDMA. لقد ادعينا بأن سعة الـــ CDMA ممكنة أكثر بعشرين مرة مقارنة مع الـــ AMPS وفوق ذلك لم تتمكن منظومة الـــ CDMA الأمريكية من إثبات مقدرتها إلى أن وصل سوق الـــ CDMA الكوري إلى مليون مشترك في أيلول (سبتمبر) 1996. أثبتت تقانة الـــ CDMA قيمتها.

تم تطوير عدة منظومات أخرى بالفترة 1990 إلى 1996. مثل الـــGSM، والـــ CDPD، والـــDECT، والـــ NAMPS، والـــ PDC والـــ PHS، والـــ iDEN. وسوف أستعرض كلاً منها في هذا الكتاب. كما اخترت أيضاً أن أستعرض منظومة الجيل الثالث 3G بتقانة الـــCDMA. لقد أتيحت لي الفرصة لأكون منغمساً في عملية التآلف بين أنظمة الجيل الثالث (3G) المقترحة من خلال مجموعة تآلف المشغل (OHG: Operator Harmonization Group).

نظراً لأن الإنترنت تنمو بسرعة فإن الإنترنت المتنقلة (Mobile) هي توجه المستقبل وكنتيجة فإن شبكة الراديو المتنقلة المستقبلية ستكون شبكة نواة بروتوكول إنترنت (IP) لاسلكية. لقد كان من دواعي الغبطة كثيراً بأن شركة Air Touch كانت قادرة على العمل مع ثلاث شركات هي (Cisco) و(Hyundai) و(Telos) لإقامة عرض شامل لشبكة نواة بروتوكول الإنترنت. في 15 كانون الثانـــي (يناير) 1999 أقيم العرض في Reno في Nevada وكان ناجحاً جداً. فقد كان أول عرض فيما إذا كانت شبكة نواة برتوكول الإنترنت ممكنة. وكنا جميعاً فخورين بالنتيجة.

طلب منـــي المحرر التنفيذي للناشر McGraw Hill ستيف شابمان (Steve Chapman) كتابة كتاب عن ماضي وحاضر ومستقبل الاتصالات المتنقلة اعتماداً على مشاركتـــي. نظراً لأن ما أكتبه هو من خلال منظوري فقد يجد القارئ بعض الانحياز. إن ما هو مدون في

هذا الكتاب هو مشاركتـــي وملاحظتـــي عبر أربعة وثلاثون عاماً من 1964 حتـــى 2000
آمل أن أكون قد أعطيت القارئ شيئاً ذا قيمة

د. ويليام سي. واي. لي

امتنان وعرفان

جاءت فكرة أن أتولى كتابة هذا الكتاب من ستيف شابمان (Steve Chapman) المحرر التنفيذي لدى شركة ميغروهيل (McGraw Hill). أراد في البداية أن يكون عنوان الكتاب الاتصالات اللاسلكية لــ (LEE). شعرت بأن ذلك كثيراً جداً لي ثم تمت الموافقة على العنوان: *أسس الاتصالات اللاسلكية* لــ (لي). تستحق كافة جهوده أن تذكر على وجه الخصوص.

استغرق منـــي هذا الكتاب وقتاً أطول مما قدرت مسبقاً. في السنتين الماضيتين أمضيت وقتـــي بمشروعين مثيرين لهما السبق (Leading)، الأول اختبار تجهيزات بنية تحتية قليلة الكلفة ناجحة أقيم في مودستو (Modesto) بكاليفورنيا برعاية الشركات (Air Touch) مع (Sam Sung) و(Hyundai) و(Telos) و(Teco) و(Celletra)، والمشروع الآخر كان الحل الكامل لشبكة نواة بروتوكول الإنترنت اللاسلكية الذي أقيم في Telos بنيفادا برعاية Air Touch مع cisco وHyundi وTelos. وقد خططت أن يتضمن هذا الكتاب هذين المشروعين. ولكن ولدى إصدار المخطوطة أدركت بأن مادة اختبار مودستو (Modesto) قد بقيت في أحد الأدراج وأنا أشعر بمرارة حادة من هذا الحذف. ومع ذلك أرغب في الشكر العميق لكل المنفذين والمهندسين المميزين من مختلف الشركات من أنجزوا هذه المشاريع وزودونـــي بمعرفة إضافة جديدة لتضمينها في هذا الكتاب.

لقد شجعنـــي كل من Sam Ginn وArun Sarin من Air Touch كثيراً. إن المثل الصيني "تذكر دوماً أين المنبع كلما شربت الماء" أود أن أشكر أيضاً مستشاريَّ من جامعة ولاية أوهايو البروفيسور W.R. Walters والبروفيسور Leen Peters وكل من الناصح المخلص من مختبرات بل الدكتور C.C. Culter والدكتور Frank Blecker. أخيراً أشكر كل زملائي من ساعدنـــي خلال سيرتـــي التـــي استمرت خمسة عشر عاماً مع Pac. Tell والتـــي أصبحت فيما بعد Air Touch ثم Vodafone-Air Touch ثم أخيراً Vodafone-US وخاصة مساعدتـــي السيدة Carla Sherbert

إننـــي أكن لجميع هؤلاء التقدير العميق. أتخذ لنفسي الآن موقعاً جديداً مع شركة الاتصالات Link Air التـــي تمتلك تقنية ترميز جديدة (coding technology) والتـــي تستطيع تعزيز منظومة الـ FDD (Frequency Division Duplexing) وستكون سبقاً تقنياً لأجل الـ TDD (Time Division Duplexing) إننـــي لآمل بأن الصناعة سوف تعطي Air Link نصيحة بناءة وليس ملاحظة هدامة. وسأكون ممتناً جداً. أعتقد بأننا نستطيع العمل جميعاً لمستقبلنا في عصر المعلومات.

أخيراً وليس آخراً، علي أن أشكر زوجتـــي مارغريت لتوفيرها الوقت لي لإنهاء هذا الكتاب فقد تولت رعاية صحتـــي وشجعتني على عملي بمديحها الدافئ وقد وعدتها للتو بأننـــي منذ الآن سأتولى الكتابة بالاشتراك مع مؤلفين - إنها مصدر إلهامي

الفصل الأول

كيف ولد الهاتف السلكي واللاسلكي

1.1 نجاح الهواتف

ينمو استخدام الهاتف في حياتنا اليومية. لكن تخيَّل ما كان حال الناس قبل (120) عاماً. عندما بدؤوا باستخدام هذا الجهاز الغريب للاتصال مع أصدقائهم وجيرانهم.

قبل اختراع الهاتف كان التحدث بين شخص وآخر يعني مواجهة وجهاً لوجه وليس الاستماع لصوت بعضهما البعض عبر خط سلكي ذهاباً وإياباً. كان على الناس أن يتكيفوا مع بعضهم بهذه الطريقة من الاتصال الجديد، لذلك ليس من المدهش أن استغرق بعض

الوقت حتـــى بدا الأمر مريحاً لهم باستخدام الهاتف. ومع ذلك لم يكن الأمر طويلاً إلى أن بدأ الناس بالاعتماد على هواتفهم. وربما تعجبوا كيف عاشوا بدونه. لا تزال المحادثة الهاتفية هي الأفضل بعد التقابل وجهاً لوجه. يعترف المراهقون حالياً ببقائهم على الهاتف لساعات. يغدو كل فرد من الأسرة منـــزعجاً إذا انقطع الهاتف ليوم واحد.

اعتمد نجاح الهاتف منذ عام 1876 على عدة عوامل حاسمة (deciding). كيف يا ترى أصبح الهاتف شائعاً هكذا عبر العالم ؟

1.1.1 التوقيت TIMING

دوَّن كل من الكسندر غراهام بِل وأليشا غري (Elisha Gray) استمارتـــي براءتهما الهاتفية في ذات اليوم ولكن بل دونها قبله بعدة ساعات. جعلت هذه الحقيقة التاريخية أحدهما مشهوراً والآخر غير معروف.

في 10 آذار/مارس 1876 نجح الكسندر غراهام بِل في التحدث عبر هاتف سلكي مع مساعده توماس دبليو واتسون. لقد سمعنا جميعاً هذه القصة ومع ذلك كان أليشا غري من شركة الاتحاد الغربـــي (Western Union) يعمل أيضاً على الهاتف بنفس الوقت.

دوَّن بِل استمارة اختراعه في 14 شباط/فبراير بينما دوَّن غري استمارته بعده بعدة ساعات. أصدر مكتب البراءة الأمريكي براءة بِل في 7 آذار/مارس 1876.

قاضت شركة بِل في أيلول/سبتمبر 1878 شركة Western Union لحماية براءات بِل الهاتفية. تقدمت شركة بِل خلال عام 1879 بأكثر من (600) دعوى ضد الاتحاد الغربـــي حول براءات بِل. أخيراً وعند نهاية نفس العام اعترفت شركة الاتحاد الغربـــي ببراءات بل ووافقت على البقاء خارج تجارة الهاتف. كيف كان سيبدو التاريخ الآن يا ترى لو دوَّن (غري) استمارته ببضع ساعات قبل بِل؟

2.1.1 الاستراتيجية STRATEGY

اقترح المحامي والد زوجة بِل: (غاردنر ج. هوبارد) تأجير أجهزة الهاتف للمشتركين بدلاً عن بيعها. أعطى هذا القرار منظومة بل الحرية لتحسين وتطوير منظومة الهاتف مع تطور التقانة.

3.1.1 أنظمة الحكومة GOVERNMENT REGULATION

كان في الولايات المتحدة حوالي (2000) ألفي شركة هاتف إلى جانب منظومة بل. فرضت حكومة الولايات المتحدة قواعد ائتلاف (Compatibility) متخلفة (backward) كي تطبق على جميع الهواتف القائمة مهما كانت التقانة المنتشرة. ولا تزال الهواتف ذات القرص قيد الاستخدام حتى يومنا هذا.

نفذت العوامل الثلاث المذكورة أعلاه وهي التوقيت والاستراتيجية وأنظمة الحكومة في صناعة الهاتف في السنوات الأولى وساهمت (Contributed) بنجاحها اليوم. بالطبع قد لا تكون استراتيجية الإيجار مطبقة بأسواق اليوم فمثلاً في صناعة الاتصالات اللاسلكية تقدمت التقانات الحديثة بسرعة وتراجعت القديمة بسرعة، وأصبحت أجهزة الهواتف أيضاً رخيصة جداً. إن استراتيجية التأجير لخدمات وحدة الهاتف لم تعد ذات ميزة.

2.1 تاريخ دراسة المنظومة ذات السعة العالية

في وثيقة مفوضية الاتصالات الفيدرالية (FCC) رقم 8658 لعام 1947 اقترحت بل منظومة متنقلة للمناطق المأهولة وطلبت نطاقاً قدره (40) ميغاهرتز في المجال 100 إلى 450 ميغاهرتز. تم إعداد هذا المقترح في نفس الوقت الذي ركبت فيه أول منظومة هاتف متنقلة عند التردد 150 ميغاهرتز في مدينة سانت لويس (St. Lowis). وقد بينت الحقيقة أن المنظومات القائمة عند الترددات 35 و150 و450 ميغاهرتز كانت مستهدفة منذ البداية (inception) لتكون عروض خدمة في حيز وقفي كي تبقى منظومة بِل بالتجارة المتنقلة تعرض خدمة لها مزيد من التقدير.

كان نتاج الخلاصة الخطية لوثيقة الـ FCC رقم 8658 هو رفض الطلب، ليس لأن الـ FCC اعتبرت الخدمة غير مرغوبة وإنما لعدم توفُّر مثل هذا النطاق للتخصيص. أصدرت الـ FCC عام 1949 الوثيقة رقم 8976 آخذة بالاعتبار تخصيص نطاق الـ UHF من 470 إلى 890 ميغاهرتز. فكرت الـ FCC في إمكانية تخصيص نطاق مكون من 30 ميغاهرتز من ذلك النطاق لتشغيل الراديو المتنقل بحامل مشترك (Common Carrier) لكنها خصصت في النهاية كامل النطاق للخدمة التلفزيونية الإذاعية. بحلول 1947 وجدت بأن الخدمة مرغوبة

جداً، إذ نصت:

بالوصول إلى هذا الاستنتاج نحن مرغمون على تبديد تعارض بين خدمتين اجتماعيتين قيمتين لأجل حيّز الطيف النفيس اللازم. ونجد بأن الحاجة لكليهما ملزمة

لحت الــFCC في رفضها لعريضة بــل في خلاصة الوثيقة التالية والتي تنص:

لكن وبينما نجد ونستنتج فيما يتعلق بنصيب الخدمة المتنقلة ذات الحامل المشترك أن مزيداً من التوسع في الخدمة أبعد مما هو موفر من خلال قواعدنا وقوانيننا والتقنيات الموظفة، لا نستنتج بأن الحل الوحيد المتاح للخدمة المتنقلة الأرضية يقع في استخدام النطاق الترددي 470 - 500 ميغاهرتز

في عام 1958 وفي الخلاصة الخطية رقم 11997 اقترحت AT&T أيضاً منظومة هاتف متنقلة عريضة النطاق، طالبة نطاقاً قدره 75 ميغاهرتز في النطاق 764 إلى 840 ميغاهرتز. اعتمد هذا الاقتراح على دراسات مبكرة في مخابر بل نصت بأن العمل بالنطاق 800 ميغاهرتز سيكون منظوراً.

لم تتخذ الــ FCC أي إجراء بعد الاستماع للشهادة أو البينة، وهي لم ترفض العريضة و لم تخصص الطيف. يبدو من استعادة الأحداث بأن مدونات وشهادة AT&T في خلاصة الوثيقة 11997 وفرت نشوء خلاصة الوثيقة 18692. في 26 تموز/يوليو عام 1968 أذنت الــ FCC بنشر إعلان استعلام وإعلان لقانون مقترح في خلاصة 18262. اقترحت الــ FCC تخصيص 40 ميغاهرتز للأنظمة الراديوية المتنقلة الخاصة و75 ميغاهرتز للأنظمة الراديوية المتنقلة عالية السعة بحامل مشترك، والتخصيص الأخير هو ما أشار إليه هذا الكتاب. التخصيصيان المحددان ليسا متشابهين بصورة ملفتة فقط، ولكن بإعلان استعلامهما وإعلان صياغة قانون مقترح في خلاصة الوثيقة 18262 أيضاً. كانت الــ FCC تجعل مرجعها شهادة الــ (AT&T) لعام 1958 بصورة متكررة.

تابعت مخابر بل والــ AT&T خلال الأعوام من 1958 إلى 1968 الدراسة على مستوى منخفض من الجهد، قضايا التجهيزات والمنظومات الخاصة بالخدمة الراديوية المتنقلة عالية السعة و لم تكن أي من هذه الدراسات بما فيه الأخيرة عام 1965 متفائلة من وجهة نظر قابلية

التطبيق اقتصادياً لمثل هذه الخدمة. لهذا السبب، وفي عام 1968 وعندما أعادت الـــ FCC فتح المسألة في خلاصة الوثيقة رقم 18262 كانت استجابة AT&T حذرة. لقد اقترحت في نص لها بتاريخ 3 شباط/فبراير من عام 1969 تنفيذ برنامج من مرحلتين، توجب على المرحلة الأولى عمل التطوير الريادي المطلوب لإقرار المواصفات الخاصة بأنظمة متنقلة ذات سعة عالية وما إذا كانت منظورة وكذلك ملاءمة براءة خطة تخصيص تردد محدد لاستخدام حامل مشترك. كان على هذه المرحلة أن تبدأ عند إعطاء ضمان معقول بأن التردد 75 ميغاهرتز سيكون متاحاً للحوامل المشتركة في خدمة الراديو المتنقل ذي السعة العالية وعلى أن يتم إنجازها خلال 18 شهراً. كان على مباشرة المرحلة الثانية لبرنامج منظومة بل أن تبدأ فقط في حالة تبرير عمل المرحلة الأولى وتزامنت مع التفويض.

أصدرت الـــ FCC بتاريخ 20 مايو 1969 أول تقرير وطلب (order) وثانـــي بيان استعلام (Notice of inquiry). اختلفت هذه الاستجابة عن بيان الاستعلام الأصلي بثلاث نواحي. أولاً أزاحت الـــ 75 ميغاهرتز قليلاً نحو كتلة مستمرة أكثر فائدة هي النطاق الترددي 806 إلى 881 ميغاهرتز، ثانياً ادخرت الترددات ذات التعهد الأقوى ظاهرياً بدلاً عن الضمان المعقول المطلوب من قبل الـــ AT&T، وثالثاً استبعدت جميع الحوامل المشتركة من النطاق عدا السلكي. كان الاستبعاد الأخير موضوع إعادة النظر في التماسات مختلفة، شطبتها البراءة ضمن رأي وطلب مذكرة ثانية بتاريخ 30 من تموز/يوليو لعام 1971. بدأت المرحلة الأولى رسمياً (تقرير وطلب) بحلول 20 مايو 1970.

انتهت الثمانية عشر شهراً لدراسة المرحلة الأولى في تشرين الثانـــي/نوفمبر 1971 وأرسلت الـــ AT&T تقريراً بنتائجها إلى الـــ FCC في ذلك الوقت[1].

3.1 ميلاد المنظومة الخليوية/5-2/

يدعى استخدام نفس التردد في الأنظمة الخليوية بإعادة استخدام التردد (Frequency Reuse)، اقترح لأول مرة من قبل Doug Ring لدى مخابر بل عام 1957. ثم خطط W.D. Lewis منظومة هاتف متنقل عريضة النطاق عام 1960/6/. أنشأ C.C. Cutler فيما بعد قسماً حديداً للراديو المتنقل عام 1964 وعين W.Jakes لقيادة البحث مع مجموعة من المهندسين في

المخابر بين عامي 1964 و1972.

طلبت AT&T من FCC وبصورة مستمرة منذ عام 1970 إلى عام 1974 تخصيص طيف للخدمة الخليوية. لم يكن هناك طيف يمكن استخدامه للخدمة الخليوية بسبب تخصيص معظم نطاقات الـــ (UHF) أواخر الستينات لصناعة التلفزيون من القناة 2 (54-64 ميغاهرتز) إلى القناة 83 (884-890 ميغاهرتز) وكذلك تخصيص اللاسلكي الثابت (نقطة إلى نقطة point to point) واللاسلكي الجوي الثابت في النطاق 1.6-30 غيغاهرتز بصورة عامة. لم يكن هناك طيف بالإمكان استخدامه بالخدمة الخليوية. لم تتخذ الـــ FCC أي قرار كما لم تعط أي تلميح للـــ AT&T يمكن أن يساعد. من ناحية أخرى تفاوضت AT&T مع الـــ FCC واختبرت النطاق 800 ميغاهرتز الذي كان يقع في نهاية الأقنية التلفزيونية. أعلمت الـــ FCC الـــ AT&T بأن الفرصة لتخصيص النطاق 800 ميغاهرتز ليست جيدة. رغماً عن أن Sam McCannery رئيس فرع لدى الـــ FCC قال مازحاً بأن مخابر بل قد اخترعت أشياء عديدة فلماذا لا تخترع طيفها. في ذلك الوقت اختبرت مخابر بل الطيف 10/7/ و60 غيغاهرتز/5, 8/. لم يكن النطاق 10 غيغاهرتز مستخدماً من قبل الحكومة الأمريكية كما كان النطاق 60 غيغاهرتز ذو التخامد العالي ممكن التخصيص لأي مستخدم. شكراً لانتشار تلفزيون الكابل وبالتالي ،لم يستخدم التلفزيون الإذاعي جميع الأقنية الـــ 82 في عام 1974، إذ أعادت الـــ (FCC) تخصيص النطاق 800 ميغاهرتز من أقنية التلفزيون الإذاعي (القناة 73 إلى 83) لمشغلي الخليوي.

في السبعينيات كانت الـــ (AT&T) تطور أول جيل منظومة هاتف خليوي في (Holmdel N.J) وطلبت خلاصة وثيقة الـــ (FCC) رقم 18262 لتخصيص جزء من الطيف الترددي لتشغيل المنظومة الخليوية. بينت الـــ (AT&T) للـــ (FCC) بأنه إذا أمكن تخصيص نطاق طيف الـــ 75 ميغاهرتز لمنظومة الخليوي فإن الأخيرة سوف توفر سعة كلام غير محدودة لعدد غير محدود من المشتركين. خصصت الـــ (FCC) في عام 1974 أربعين ميغاهرتز لمنظومة الخليوي كما حجزت 30 ميغاهرتز لها. خصصت الـــ (FCC) طيفاً أقل لمنظومة الخليوي نظراً لأن الأخيرة استطاعت في البداية التعامل مع عدد قليل من المشتركين وبحاجة أقل من الطيف.

قاد Frank Brecher في مخابر بل طاقم تطوير تجهيزات في تطوير المنظومة الخليوية التجارية. أنجزت مخابر بل في Naperville– شيكاغو تجهيزات البدالة (switch) بتعديل منظومة البدالة الالكترونية ESS) No.1) مع معالج رقم (1A). أنجزت المنظومة (ESS) رقم 1 المعدلة للبدالة الخليوية خلال ثمانية أشهر فقط. كان التغيير الحاسم هو رقم الخط المحلي (The Local Line Number) إلى جانب المهاتفة (calling) ووظائف المناولة *(hand off). لا يوجد في البدالة (switching) المتنقلة أرقام خطوط محلية مرافقة لأي قناة ترددية، فالمشتركون قادرون على استخدام مختلف الأقنية الترددية مع مختلف المكالمات. لهذا السبب استخدم رقم الخط المحلي الزائف ليحل محل رقم الخط المحلي. حفظ هذا التغيير الحاسم البرمجيات القائمة من تبديل أو تعديل رئيسي. إن التقنيات الرئيسية والتي تنفرد بها الأنظمة الخليوية هي:

1. الفرق بين تصميم الهاتف النقال والهاتف السلكي هو في التغلب على خفوت الإشارة المستقبلة في ظروف الراديو المتنقل إذ يتبدل مستوى الإشارة علواً وانخفاضاً وفق حركة المركبة. يسيء التبدل السريع في شدة الإشارة إلى جودة الكلام. ولهذا يستخدم أسلوب التنوع (Diversity Scheme) للتقليل من الخفوت (fading) عن طريق استقبال إشارتي خفوت مختلفتين وكلتاهما تحملان نفس معلومات الكلام، والهدف من جمعها هو تنعيم (تخفيف) الخفوت. إن أكثر أساليب التنوع هو التنوع الفراغي (space) حيث يتم استقبال إشارتين من هوائيين تفصل بينهما مسافة قدرها نصف طول موجة أو أكثر في حالة المحطة المتنقلة/9/ (أي 6 إنش تقريباً عند التردد 850 ميغاهرتز و3 إنش عند التردد 1900 ميغاهرتز) بينما تساوي ثمانية أطوال موجة في حال محطة القاعدة/10-11/ (Base). (أي 9 أقدام تقريباً عند التردد 850 ميغاهرتز وأربعة أقدام عند التردد 1900 ميغاهرتز). يعتبر أسلوب التنوع عنصراً أساسياً في تحسين أداء المنظومة للكلام والمعطيات (data) في منظومة خليوية.

2. *خطة إعادة استخدام التردد Frequency reuse scheme*. يمكن زيادة مردود الطيف

---

*. تدعى أيضاً (hand over)

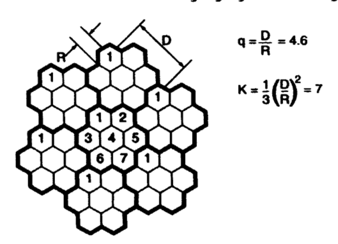
(spectrum efficiency) بإعادة استخدام نفس تردد القناة في مواقع مختلفة. يحدد الحد الأدنــى من الفصل الفراغي بين قناتين متشاركتين (Cochannel) بنفس التردد بالمعْلم (q) اعتماداً على مطلب الجودة الكلامية/12, 3/

$$q = \frac{D}{R} \qquad [1.1]$$

حيث أن D هي المسافة الجغرافية بين القناتين المتشاركتين وR هو نصف قطر الخلية وK عدد خلايا العنقود (cluster)، تساوي (q) لـــ 4.6 في خدمات الهاتف النقال المتقدمة (AMPS: Advanced Mobile Phone Servers) يعنـــي هذا أن على المسافة بين موقعي الخليتين المتشاركتين أن تكون: $D = 4.6\ R$. يتم حساب التجمع (العنقود) (cluster) ذو الخلايا السبعة في التركيبة السداسية الطبوغرافية المبينة في الشكل رقم (1.1) باستخدام العامل K (عدد الخلايا في العنقود)/12, 3/ حيث أن:

$$K = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{D}{R}\right)^2 = \frac{1}{3} q^2 = \frac{1}{3}\left(\frac{D}{R}\right)^2 = \frac{1}{3}(4.6)^2 = 7 \qquad [2.1]$$

يخصص تردد مختلف لكل خلية في تجمع العنقود سباعي. إذا أمكن في منظومة ما جعل q أصغر قيمة من 4.6 مع المحافظة على الجودة الكلامية فإن K تصبح من المعادلة [1.1] أقل من 7 كلما تناقصت q ازدادت السعة الراديوية وتناقصت K.



الشكل 1.1: نموذج لإعادة استخدام التردد

تحتاج كل خلية في منطقة عالية الحركة إلى تقسيم آخر بثلاثة قطاعات ولكل قطاع

مجموعة من الترددات مختلفة كما هو مبين في (الشكل 1.1). إن أسلوب إعادة استخدام التردد هو مفتاح زيادة السعة في المنظومة الخليوية/13/.

تعمل الخلايا المتجاورة بسبب إعادة استخدام التردد على مجموعة مختلفة من الترددات، وعند انتقال المحطة المتنقلة إلى خلية جديدة فإن كل قناة ترددية تجرى عبرها المكالمة في الخلية الأولى سوف تنتقل إلى قناة ترددية أخرى في الخلية الجديدة، تدعى هذه العملية بالمناولة (hand off). يصمم مهندسوا المنظومة بحيث تتحكم المنظومة بعملية المناولة ولا داع لتدخل المشترك في ذلك.

كانت ميزة المناولة تقانة جديدة غير مبرهنة في أوائل السبعينيات. ويتضمن تطويرها مخاطرة وكلفة عالية. وفوق ذلك فقد اعتمد نجاح تجارة الخليوي على ميزة المناولة والتـــي تتيح للزبون التحدث بالهاتف النقال أثناء القيادة دون اعتبار كم هو بعيد ودون أن يعانـــي من انقطاع المكالمة.

4.1 استراتيجية التسويق الناجحة للـــ AT&T في عام 1963 بالاتصالات الفضائية

أنجز في عام 1963 مشروع الصدى بنجاح وكان أول تجربة إتصال ساتلية باستخدام بالون. (أي ساتل غير فعال). تبعه دراسة نظرية لـــ John Pierce. أنجزت جيداً وصله إتصال كلامي باستخدام ساتل غير فعال (passive) بين مخابر بل في Growford Hill و JPL) california) ثم أطلق التيلي ستار (Telestar) أي الساتل الفعال بنجاح وكان على مهنة اتصالات السواتل أن تحتكر من قبل AT & T مستقبلاً. حققت AT & T استراتيجية تسويق هائلة في ترقية اتصالات السواتل ما بين عامي 1961 و1964. خلق تسويق الـــ AT&T موجة كبيرة من الاهتمام في الولايات المتحدة قبل الانتشار التجاري مما جعل الكونغرس يدرك أهمية وتأثير هذه المهنة (التجارة). أوقف الكونغرس الـــAT&T من التعاطي في تجارة الاتصالات الساتلية وبدلاً عن ذلك شكلت شركة جديدة عرفت بكوم سات (Com Sat). أمرت الـــ AT&A بأن تعطي تقنيتها ودعمها المالي لكوم سات. كان ذلك حركة جيدة لصالح الأمة. لكنها لم تكن مفيدة لاستراتيجية AT&T والتـــي كان عليها أن تتبدل بأن

يتم تأخير إعلانها إلى أن يبدأ انطلاق تجارة الاتصالات الساتلية وعندئذ تعزز التجارة بالتدريج. كان يمكن للـAT&T بهذه الاستراتيجية أن تؤهل نمو تجارة اتصالات السواتل بشكل راسخ قبل أن تنتبه إليها الحكومة وتشترك بها.

كانت اتصالات السواتل في ذلك الوقت تجارة عالمية وتقانتها مهيمنة في السبعينيات لكن اتصالات السواتل لم تنغمس بالاتصالات الشخصية (Personal) بصورة مباشرة مع أن الأخيرة ذات سوق كبيرة. إنَّه السبب في أنَّ الاتصالات الخليوية/خدمة الاتصالات الشخصية (PCS: Personal Communication Service) بدأت بالإقلاع عام 1980 بينما بدأت اتصالات الإنترنت في عام 1990، مع ذلك إن علينا أن نعطي AT&T رصيدها من الإسهام في الاتصالات الساتلية.

5.1 لماذا لم تتمكن المنظومة الخليوية من الانتشار في السبعينيات؟

بينما كان تطوير الـ (AMPS) قيد الانتهاء من قبل مخابر بل AT&T عام 1976 خصصت الـ (FCC) 40 ميغاهرتز من الطيف للاستخدام الخليوي. ومع ذلك لم تتمكن الـ FCC من إطلاق الترخيص الخليوي للـ AT&T بسبب دور قوي أداه لوبـي (Lobby) مثله الحامل المشترك الراديوي (RCC: Radio Common Carrier)، اتحاد توزيع (dispatch) ونداء (paging) ضد AT&T بهدف إيقافها عن متابعة تجارة الخليوي. عللت الـ RCC ذلك بأن تجارة الخليوي سوف تهدد تجارتهم بصورة مباشرة. وقد تحققت مخاوفهم حالما أقلعت تجارة الخليوي إلا أنهم نجحوا في إبقاء FCC دون أي تحرك حتـى عام 1980. قررت الـ FCC في ذلك التاريخ أن تقسم طيف الـ 40 ميغاهرتز إلى نطاقين: النطاق الأول A والنطاق الثانـي B. كان كل من النطاقين مساو لـ 20 ميغاهرتز. رخص النطاق A لشركات اللاسلكي (توزيع ونداء) بينما رخص النطاق B لشركات (الهاتف) السلكية. انتشرت منظومات الخليوي بعد هذه التسوية عام 1980. هذا هو سبب كون الولايات المتحدة رغماً عن ذلك أول مخترع لمنظومة الخليوي، وكان النموذج اليابانـي (NTT) لمنظومة (AMPS) أول منظومة خليوية في العالم انتشرت في طوكيو عام 1979.

كانت رؤى RCC صحيحة أواخر السبعينيات. كما يمكننا أن نرى نمو وازدهار صناعة

الخليوي اليوم. وصل اختراق السوق للـ 15% ولا يزال مستمراً في النمو. مع ذلك كان ينبغي على شركات النطاق A ألا تبيع تجارتها باكراً جداً. لقد تم شراء منظومات معظم شركات النطاق A من قبل شركات النطاق B. ويبين المقطع 5.5 تاريخ هذه الحوادث.

6.1 لماذا حصلت OKI على أول صفقة (200) هاتف خليوي؟

للـ AT&T ثلاث وظائف: تشغيلية (21 مشغل إقليمي)، وإنتاجية (Western Electric Co) وبحث (مخابر بل). خططت وزارة العدل الأمريكية (DOJ) لوقت طويل لتجريد AT&T إلا أن الأخيرة كانت دائماً تتفاوض للاحتفاظ بدور الوظائف الثلاث، تشغيل، إنتاج، وبحث. قيدت الـ DOJ عام 1974 الـ AT&T من إنتاج الهواتف الخليوية. ثم أعلن عطاء مفتوح للمنتجين خارج AT&T، منهم من اهتم بالعطاء: (RCA) وموتورولا و(أي إف جونسون) وGE وشركة يابانية تدعى OKi. أعطت حكومة الولايات المتحدة بعد الحرب العالمية الثانية الشركات اليابانية تدبيراً مؤقتاً خاصاً يسمح لها بالتمتع بنفس الفرصة في دخول المناقصات ضمن الولايات المتحدة. فازت OKi. بدعم الكونغرس الأمريكي بالحصول على العطاء. كانت تقانة الـ 200 جهازاً محمولاً لـ OKi هي تقانة AT&T التـي تعلمتها OKi. أعلن بعد ستة أشهر عطاء آخر لـ 1800 جهازاً محمولاً باليد من قبل AT&T. ربحت العطاء في هذا الوقت ثلاث شركات هي أي إف جونسون وOKi وموتورولا أنتج كل منها 600 جهازاً.

طورت مخابر بل تجهيزات اختبار لاختبار الهواتف المصنعة من المصادر الخارجية، وذلك للتأكد من أن معلمات التجهيزات المحددة للجهاز المحمول كانت محققة. كان استحداث مثل مبدأ اختبار التجهيزات هذا هاماً جداً لأنه يؤكد ما إذا كانت محطة قاعدة لمنتج ما قادرة على العمل مع جهاز محمول باليد مصنع من قبل منتج آخر. كان لا بد لجميع المعلمات أن تكون ضمن المجالات المحددة. طبق فيما بعد مبدأ تجهيزات الفحص على تطوير التجهيزات التجارية للمنظومة المتنقلة العالمية أو GSM التـي دعيت سابقاً بالمجموعة المتنقلة الخاصة (Special Mobile Group)

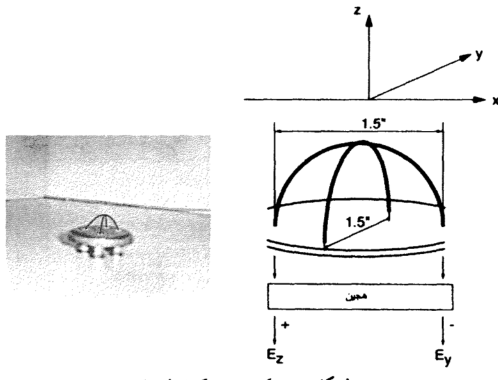
7.1 نموذج الخفوت السريع وتنوع مركبة الحقل

طلب John Pierce المدير التنفيذي لدى مخابر بل في عام 1965 من E.N. Gilbert خبير نظرية الاتصالات والترميز الشهير أن يدرس فكرته الجديدة/14/ في جمع الحقلين المغناطيسي والكهربائي لتقليل الخفوت السريع. استحدث (Gilbert) موديل خفوت تعدد المسار (multi path) لتحليل أداء ما يسمى إشارة كثافة القدرة التـــي يرمز لها بـــ Wm

$$Wm = \varepsilon|E|^2 + \mu|H|^2 \qquad [3.1]$$

حيث أن ε هي السماحية أو تدعى ثابت العزل (dielective) و(μ) هي قابلية نفوذ الوسط (permeability). طبعت ورقة Gilbert عام 1965/15/. أخذ W.C.Y. Lee نموذج (Gilbert) واشتق منه الإحصائيات ثنائية المرتبة مثل معدل اجتياز المستوى وفترات دوام الخفوت وطيف القدرة. طبعت عام 1966/16/. طبق كل من (Jakes) و(Ruddink) اشتقاق Lee في ورقتهما لعام 1966/17/. دعا (R.H. Clarke) في عام 1965 إلى لقاء نيابة عن Cutler لطلب عروض رسمية حول طرق تجريبية وإحصائية من قبل ثلاثة باحثين (انظر المستند 1A). كتب (R.H. Clarke)/18/ في عام 1967 ورقة مختصرة رائعة باستخدام نموذج Gilbert. أتت معظم الإحصائيات الثانية في ورقة Clarke من Lee. ولا يعلم معظم المؤلفين اليوم تاريخها. يجب تسمية النموذج المتنقل للمسار المتعدد Multi path Mobile Model بنموذج Gilbert تشريفاً لإسهامه الريادي. طبعاً احتاجت فكرة تنوع مركبة الحقل (Field Diversity Component) باستخدام مبدأ كثافة القدرة إلى هوائي كثافة قدرة (Energy Density Antenna) والذي كان من تصميم Lee. الهوائي عبارة عن هوائي إطار مكون من نصفي دائرة كما هو موضح في (الشكل 2.1). استخدم فيه هجين فرق طور قدره 180°. يستعيد منفذ الجمع (sum port) الحقل E فيما يستعيد منفذ الطرح الحقل H .إن قطر الإطار 1.5 إنشاً عند التردد 850 MHz .استخدم هذا الهوائي لإثبات المبدأ. بينت القياسات بأن الحقلين E وH غيرُ مترابطين (uncorrelated) عند استقبالهما بنفس الوقت. كانت طريقة تنوع جيدة معناً لأن مسافة فصل (seperation) الهوائي لم تكن مطلوبة. السيئة الصغيرة الوحيدة كانت في أن ربح الأنشوطة أقل من ربح هوائي الديبول. وكذلك تحتاج متطلبات مسافة فصل

الهوائي في التنوع الفراغي على سطح الآلية إلى نصف طول الموجة فقط (6 إنش عند التردد 800 ميغاهرتز) كما سبق وذكر في (المقطع 3.1) وقد كان من السهل تنفيذه. لهذا جمدت طريقة هوائي كثافة القدرة. أنتجت الأجهزة المحمولة أواخر الثمانينات واحتاج الأمر لطرق تنوع، ونظراً لصغر الحيز الفراغي للأجهزة النقالة فقد بدء بالعودة لمفهوم طريقة تنوع الحقلين E و h وزودت بها الأجهزة النقالة في اليابان.



الشكل 2.1: تركيبة هوائي كثافة القدرة

8.1 النموذج التجريبي Prototype الأول لوحدة متنقلة وموقع خلية

طُور النموذج التجريبي لوحدة متنقلة عام 1970 وكان مختلفاً عن منظومة خدمة الهاتف المتنقل المحسنة (IMTS)* في السبعينيات. أولاً: تطلب الأمر توليد أي من عدة مئات من أقنية التردد الراديوية (RF) في الوحدة المتنقلة عن طريق أمر من الشبكة الأرضية. لقد

* (IMTS: improved mobile telephone system).

كان المطلوب مركباً مشكلاً Synthesizer ترددياً معقداً. وثانياً: استخدمت الوحدة المتنقلة التنوع (diversity) لحماية قناة التردد الراديوية العاملة من خفوت رايلي (Rayleigh). وثالثاً: استخدام تكامل عالي المستوى لتقانات دارة جديدة لتقليل كلفة الوحدة المتنقلة وحجمها.

مخابـــر هاتــف بيـــل

المتحدة

الموضوع: مناقشات حول بعض نواحي الراديو المتنقل	تاريخ: 12 مايو عام 1965 من: R .H. Clarke

السادة: C.C. Cutler
E.N. Gilbert
W.C. Jakes
W.C.Y. Lee نسخة له

لقد اقترح بأن على بعض منا ممن هو مهتم في ترجمة تجارب الراديو المتنقل وتحليل أنظمة الراديو - المتنقل المحتمل أن يلتقوا على الأقل أحياناً معاً لمناقشة وانتقاد أية أفكار قد تكون قائمة. التصور هو أن شكلاً مفيداً من مثل هذه الجلسات سيكون له نصف الوقت المتاح ويخصص للتقديم الرسمي لموضوع ما أو مجموعة مواضيع والوقت المتبقي للمناقشة. يجب أن يبدو بسرعة فيما إذا كان هذا أفضل شكل أم لا. وما هي دورية مثل هذه اللقاءات.

تمت جدولة أول لقاء الساعة التاسعة صباح يوم الأربعاء في التاسع عشر من مايو في (Murray Hill) ضمن غرفة مكتب السيد (C.C. Cutler) رقم IE-337. سيمثل التوقيع أدناه بهذه المناسبة العرض الرسمي.

سيبدأ هذا العرض بمراجعة مختصرة لبعض النتائج عبر بعض السنوات السابقة مع منظومات راديو- متنقلة تجريبية في جوار (Murray Hill) مع موجز لبعض أنظمة حديثة هي قيد عمليات الاختبار. سيتم توضيح أساس طريقة نظرية بسيطة تشمل وفق بدايتها وصفاً إحصائياً لحقول تردد راديوية واردة (ساقطة) على لاقط متنقل. ستستخدم هذه الطريقة لحساب طيف الخفوت لخرج كاشف المستقبل. أخيراً ستقارن أطياف خفوت تجريبية مع النتائج النظرية هذه وستتم بعض التنبؤات لأطياف خفوت من المحتمل أن تتم مواجهتها في الأنظمة قيد الاختبارات.

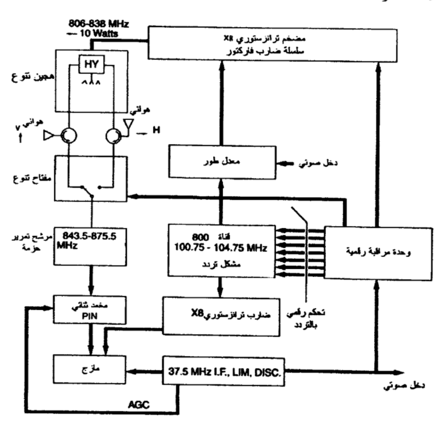
HOH-1551-RHC-EEB تم توقيع الأصل من قبل
R.H. CLARKE

مستند 1A مذكرة R.H. Clarke

كانت الوحدة المتنقلة الخليوية التجريبية بأبعاد 25×12×12 إنشاً. تكونت الوحدة من مجموعة لوحات دارات مطبوعة من شرائح زجاجية- ايبوكسي (epoxy-fiberglass) ضمن تجاويف من الألمنيوم المسبوك لم يكن السبك الذي تم تزويده حيزاً صلباً قليل الكلفة فحسب

ولكنه وفر تصفيحاً كافياً لمنع توليد إشارات طفيلية (spurious) وهي مسألة تواجه غالباً مع مشكلات التردد.

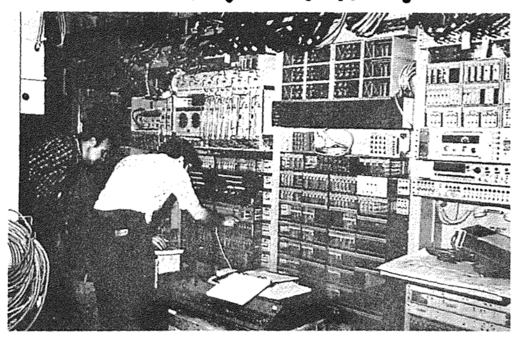
كانت الوحدة المتنقلة التـــي يبين (الشكل 3.1) مخططاً صندوقياً لها مرسلاً-مستقبلاً معقداً بتعديل ترددي (FM) يوفر إرسالاً واستقبالاً كلامياً مزدوجاً (Duplex) عن طريق تقسيم نطاق التردد الراديوي إلى جزئين الفرق بينهما تردد متوسط (IF) بحيث أن منظومة توليد ترددية واحدة قد تخدم كمصدر واحد لكل من قدرة المرسل وقدرة المهتز المحلي. تمت قيادة المشروع النهائي من قبل (Reed Fisher) في مخابر بل[20]. ويبين (الشكل 4.1) هاتفاً يدوياً تماثلياً (Cellular) خليوياً دعي بستارتيك (Startec) صنع من قبل شركة موتورولا. وفي عام 1995 أصبح حجم هذا الهاتف أصغر بكثير بالمقارنة مع النموذج التجريـــي السابق وله مزايا عديدة أكثر.



الشكل 3.1: المخطط الصندوقي لوحدة متنقلة عالية السعة



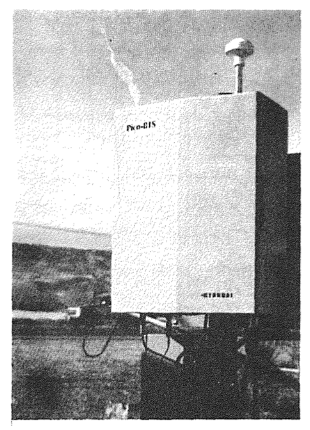
الشكل 4.1: الجهاز المحمول باليد التماثلي الخليوي، ستارتيك لموتورولا



الشكل 5.1: المنظر الداخلي لبناء موقع خلية في مدينة ليونز (Lyons).

يبين (الشكل 5.1) موقع خلية (Cell Site) بتجهيزات راديوية ذات ستة عشر قناة

مركبة في بناء موقع خلية Lyons في (Lyons, Illinois) في عام 1977. إن جامع الأقنية الستة عشر مبين على يسار (الشكل 5.1). لقد كان حجم موقع الخلية كبيراً جداً بالمقارنة مع خلية بيكو (Pico cell) المصنعة من قبل شركة هونداي في عام 1999 والمبينة في (الشكل 6.1).



الشكل 6.1: خلية بيكو لهونداي في عام 1999

9.1 أداة تطوير منظومة رائدة لأسواق انطلاق شركة تشغيل بل (Bell) الإقليمية

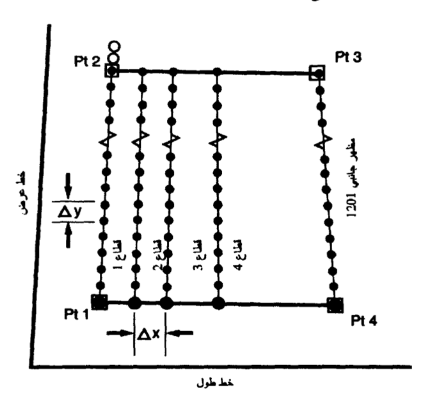
اعتمدت أداة تطوير منظومة خليوية في عام 1984 زودت من قبل AT&T في مخابر بل (Bell) whippany N.J على نموذج تنبؤ انتشار لي (Lee). بدأ التحقق من صحة نموذج الانتشار الجديد عام 1974. استخدم النموذج خرائط تضاريس من وكالة الخريطة الدفاعية (DMA: Defense Map Agency) من أجل توليد نقاط معطيات استقبال إشارة التنبؤ.

استخدمت خرائط طبوغرافية بمقياس 1: 50,000 من أجل قابلية تمييز أعلى (resolution). كانت الخارطة لمساحة 8×5 أميال تقريباً. كما كانت خطوط المناسيب على فواصل قدرها عشرين قدماً. لتوليد خارطة شبكية وتخزين ارتفاع كل شبكة في الحاسب، كانت مساحة كل شبكة حوالي نصف كيلومتراً مربعاً ليكون عدد الشبكات على الخارطة مساوياً لـ (18×24) شبكة. استخدم بعد ذلك وسطي حدقة العين (eye ball) لارتفاعات التضاريس في كل شبكة. كانت حصيلة قيم وسطي حدقة العين جيدة بما فيه الكفاية لاستخدام متنبئ (Predictor) نموذج لي (Lee). نفذ هذا المشروع بجهد مشترك بين مخابر بل وطاقم ثلاث ولايات (Tristate) (بيل نيويورك - نيوجرسي بيل - بيل انكلترا). كان حساب متوسط الارتفاع للخارطة الشبكية كدحاً كثيفاً.

خففت فيما بعد قابلية تمييز كونتور الخارطة، بعد ذلك كان البديل شراء شريط (1×1°) المركز الطبوغرافي لوكالة الخريطة الدفاعية (DMATC: Defense Map Agency Topographic Center) من DMA[21]. لها 120×120 شبكة معطيات. كان قياس كل شبكة معطيات 3×3 كما هو مبين على (الشكل 7.1). إن شكل شبكة 3×3 عند خط الاستواء هو مربع، مع ذلك إن هذه الشبكة ليست مربعاً عند خط عرض أعلى بعيداً عن خط الإستواء.

فمثلاً إن قياس الشبكة عند خط عرض 40° (خط طول – خط عرض) هو 200×300. خُزِّن ارتفاع كل شبكة على الشريط من خارطة رقمية ذات مقياس 1: 250000. إن قابلية التمييز الكونتري في مثل هذه الخارطة هي (200) قدماً للفاصل (أي كونترات، صفر، 200، 400 وهكذا) يتم الحصول على ارتفاع كل شبكة بالمقاربة (extrapolating) من قيم الشاطئ الطبوغرافية ثم أخذت متوسط قيم ارتفاعات من (30) شبكة (6×5 شبكة). بينت المقارنة باستخدام هذه القيمة مع القيمة التـــي تم الحصول عليها من متوسط مقلة العين لنفس الموقع بأن الدقة التـــي تم الحصول عليها كانت واحدة من كلا الطريقتين. نظراً لأن متوسط مقلة العين كان جهداً كثيفاً، فقد قبلت عملية أخذ المتوسط من شريط (tape) الـ1×1° للـ DMA. نظراً لأن سعة الحاسب أصبحت كبيرة، وأمكن تجارياً تخزين 1200×1200 شبكة في الحاسب استخدمت كدخل لنموذج تنبؤ انتشار لي (Lee). بحلول مارس عام 1979 كانت

الـ FCC لا تزال غير قادرة على إصدار رخصة منظومة خليوية لـ AT&T رغم أن تصميم منظومة الـ AMPS قد انتهى.



Δx = قوس 3 ثواني
Δy = قوس 3 ثواني
○ = ارتفاع في كتلة 1° مجاورة
● = نقطة ارتفاع
⬤ = أول نقطة على طول قطاع
□ = زاوية مضلع DEM
كتلة 1° لمقياس 250.000/1

الشكل 7.1: بناء نموذج ارتفاع رقمي لمقياس 250,000/1

غادر Lee مخابر بل وانضم إلى قسم الاتصالات الدفاعي للـ (ITT). طوى Lee عمل "نموذج Lee" وسلمه لمخابر بل قبل المغادرة. في 30 أكتوبر 1979 كتب إلى Lee محامي براءة مخبر بل C.S. Pelan إشعاراً باستلام مذكرة Lee حول: "نموذج انتشار راديو متنقل جديد – القضية 7-39445" المؤرخة في 30 مارس عام 1979. أشعرت الرسالة أيضاً تقديراً لـ L.D. John من عمل مع Lee في مخابر بل – مخبر الاتصالات (انظر المستند 1.B)/22/.

10.1 أنظمة خليوية رقمية

1.10.1 أنظمة TDMA (تقسيم زمنـــي متعدد النفاذ) (Time Division Multiple Access)

كان قصور سعة منظومة تماثلية خليوية موضع قلق بسبب بدء تنامي المنظومة الخليوية بسرعة كبيرة. إحدى طرق زيادة السعة هو الذهاب إلى الأسلوب الرقمي. منظومة الجيل الأول هي تماثلية أو يمكن القول منظومة التقسيم الترددي متعدد النفاذ (FDMA). منظومة الجيل الثانـــي هي منظومة تقسيم زمنـــي متعددة النفاذ رقمية (TDMA). منظومة الجيل الثالث هي تقسيم الرمز متعددة النفاذ رقمية (CDMA).

2.10.1 NATDMA (و) PDC /28-23/

استخدم التقسيم الزمنـــي متعدد النفاذ TDMA لشمال أمريكا (NA -TDMA) (NA والخليوي الرقمي الشخصي (PDC) تقنية الـــTDMA لإحراز منظومة عالية السعة. كانت المواصفة (IS-54): (NA-TDMA) ثم عدلت فيما بعد وسميت (IS-136) انتشرت منظومات الـــNA-TDMA بصورة رئيسية من قبل AT&T وSBC وبل في جنوب الولايات المتحدة عام 1993 بينما انتشرت الـــPDC في اليابان عام 1994. ورغم أن انتشار هاتين المنظومتين كان ناجحاً، إلا أن أي منهما لم يبين تفوقاً على المنظومات الرقمية الأخرى من وجهة نظر السعة. فاقت سعة هاتان المنظومتان بحدود الثلاث مرات سعة الـــAMPS

3.10.1 GSM/31-29/

بدأت أول منظومة خليوية رقمية بالتطوير من قبل مجموعة دعيتGSM (Special Mobile Group)عام 1983 رعتها المجموعة الأوروبية. كانت المجموعة تعمل على منظومة رقمية مختلفة عن الـــAMPS التماثلية، أيضاً أرادت المجموعة تحدي التقانة المتقدمة باستخدام التقسيم الزمنـــي متعدد النفاذ (TDMA) كان الـــTDMA المستخدم في الـــGSM أول تقانة مطبقة لمنظومة خليوية (راديو – متنقل). لم تأخذ المجموعة في ذلك الوقت في اعتبارها مسألة السعة. لم يكن أحد يتصور في أوائل الثمانينات بأن السعة الراديوية يمكن أن تكون فيما بعد مسألة كبيرة بسبب النمو في صناعة الخليوي.استخدمت شبكة الـــGSM بتعديل من الشبكة الذكية المتقدمة السلكية (AIN) (AIN: Advanced Intelligent Network).

تعاملت الـAIN – السلكية مع وصلة ثابتة – ثابتة فقط. عندما تكون إحدى النهايتين متحركة بدلاً من أن تكون ثابتة فإن على الشبكة أن تعمل بسرعة على إقامة المكالمة والمحافظة عليها خلال تجوال الوحدة المتنقلة وإلا فإن المكالمة ستنقطع. أصبحت مشكلة الـGSM بعد 35 مراجعة الشبكة الأكثر ذكاءً في العمليات الخليوية.

مخابر بل Bell Laboratories
600 Mountain Avenue
Murray Hill Jersey 07974
Phone (201) 582-3000

دكتور W.C.Y Lee
شارع 9Hickory
دنفلي– نيوجرسي 07834

30 تشرين أول أكتوبر 1979

عزيزي بيل (Bill):

رداً على رسالتكم بتاريخ 17 و21 تشرين أول أكتوبر 1979 أعلمكم بأننا استلمنا للتو نسخة شريطية (ribbon) من مذكرتكم "نموذج انتشار راديوي متنقل جديد – قضية رقم 7–39445" مؤرخة في 30 مارس عام 1979. تتضمن تلك المذكرة صوراً لـ29 شكلاً ذكرت بالنص.

إنه لمن دواعي سروري أن أعيد لكم تقدير العناصر الفنية من عملتم معهم لدى مخابر بل (Bell) مخبر الاتصالات المتنقلة. كتب إلي السيد R.D.Johnson في مضمار الاتصالات الحديثة المتنقلة بنموذج الانتشار الآتي:

"بيل لي (Bill-Lee) قام بإسهامات متعددة نحو تقنية الراديو المتنقل مع مخابر بل (Bell) خلال نشاطه بالمجال في أعوامه الخمسة عشر، تشهد مطبوعاته المختلفة على صدق إنتاجيته لدى مخابر بل."

"إذا كان عليك أن تحصل على فرص إضافية للاتصال مع بيل (Bill) نرجو أن تذكر بأننا نقدر عالياً إسهاماته لعملنا في الاتصالات المتنقلة.نحن ممتنون بصورة خاصة لعمله كرأس حربة في تطوير نموذج الانتشار المتنقل الجديد كي يستخدم في تخطيط منظومة خدمة الهاتف المتنقل لبل (Bell)الجديدة. الرجاء تقديم أفضل تحياتنا لبيل (Bill) وكذلك أفضل تمنياتنا لنجاح مستمر".

أخيراً بيل (Bill) تقبل تمنياتي الشخصية بأن تجد النجاح وتحقق عملك الجديد

ودمتم
C.S. Phelan
محامي البراءة

CSP: JC

المستند 1.B رسالة C.S. Phelan إلى Lee

جعلت الشبكة الذكية الناجحة (IN: Intelligent Network) الـ GSM منظومة طليعية في الاختراقات عبر العالم. احتاج تطوير الشبكة الذكية في أوروبا إلى جهد جماعي. عمل المهندسون من كافة أنحاء أوروبا معاً مسهمين بنصائحهم في مشروع كبير، بينما كان الإبداع في الولايات المتحدة في عقل كل فرد ويحاول إحرازه ليكون البطل الأسمى. لقد وضعت فقط منظومة (MA-Bell) جهداً جماعياً في شبكة منتشرة على مستوى الأمة في الولايات المتحدة. يثير هذا سؤالاً فيما إذا كان تنظيم أو تجريد AT&T صحيحاً. فإذا كان الأخير هو الجواب فإن الثمن الذي دفعناه هو فقدان الجهد الجماعي في بناء مشاريع كبيرة في القطاع الخاص بالولايات المتحدة.

4.10.1 منظومة تقسيم الرمز متعددة الوصول: CDMA ONE /32-35/

طورت منظومة الـ CDMA من قبل شركة Qualcomm عام 1989 بعد إعلان الـ NA-TDMA معياراً لجيلٍ ثانٍ (A Second-Generation Standard). عوملت منظومة الـ CDMA على أنها جيل ثانـي وانتشرت في الولايات المتحدة وكوريا وهونغ كونغ. وقد برهنت على أنها منظومة عالية السعة. أعيدت تسمية منظومة الـ CDMA المطورة من قبل Qualcomm لتكون cdmaOne من قبل مجموعة تطوير الخليوي (CDG: Cellular Development Group) عام 1997. يبين الفصل السادس وصفاً تفصيلياً للـ CDMA.

11.1 الساتل منخفض المدار المتنقل/36/

انتشرت في الماضي المنظومات الساتلية شبه المستقرة (geostationary) ويحتاج الأمر لثلاثة أو أربعة سواتل شبه مستقرة لتغطية كامل الكرة الأرضية. تدور هذه السواتل حول الأرض بنفس السرعة التـي تدور بها الأرض لهذا فإن الوصلة أرض إلى ساتل ثابتة على الدوام وأسهل على اتصالات السواتل، ومع ذلك وفي حالة اتصالات السواتل المتنقلة فإن قدرة الإرسال محدودة. إن قدرة الجهاز المحمول باليد المتنقل محدودة أكثر. يضاف إلى ذلك أن الـ (250) ميلي ثانية من الوقت الذي تستغرقه رحلة الانتشار في نظم السواتل المستقرة طويلة جداً من أجل الأداء الكلامي. إن مسألة تقنية المنظومة مصدر قلق دائماً. لهذا تم تقديم الساتل ذي المدار المنخفض (LEO: Low Orbit Sattillite) لأول مرة في الستينات من قبل مخابر بل.

دعي حينئذ بساتل الاتصالات الفعال منخفض الارتفاع/37/ واقترح للطيران الوطنـــي وإدارة الفضاء (NASA: National Aeronautics and Space Administration) كان لمنظومة الساتل إشارتان عريضتا الحزمة على ارتفاع 600 إلى 5000 ميلاً بحرياً ولها مدار قطع ناقص (elliptical).

إن ميزة وسيلة الـــLEO هي في استخدام جهاز منخفض القدرة وله تأخير إشارة أقل. يمكن لأربعين حتـــى سبعين ساتلاً أن تحقق سعة أكثر عن طريق إعادة استخدام التردد وأن تغطي كامل الكرة الأرضية. لم يطبق على الإطلاق الـــLEO المقترح من قبل مخابر بل.

بدأ الـــLEO بالعودة مرة أخرى أواخر عام 1980 لمنظومة الساتل المتنقل. منظومتان شائعتان هما الإيريديوم وغلوبال ستار. تتضمن منظومة الإيريديوم/38/، 66 ساتلاً يعمل كل واحد منها كمحطة قاعدة وكبدالة في الفضاء. إن منظومة الإيريديوم متقدمة تستخدم تقانة عسكرية. يمكن استقبال المكالمات الصادرة عن الأجهزة المتنقلة من قبل سواتل الإيريديوم التـــي تدور حول الأرض كل ساعتين تقريباً. تتولى سواتل الإيريديوم توصيل المكالمة من ساتل إلى آخر حتـــى تصل إلى الوجهة المقصودة وبعدئذ ترسلها إلى بوابة أرضية. يحتاج الإيريديوم لعدد أقل من البوابات الأرضية مقارنة مع ما يحتاجه الغلوبال ستار. إن كلفة المنظومة مع ذلك عالية جداً. وبعض البلدان قلقة على سيادتها إضافة إلى خسارة التحكم بشبكتها الوطنية.

تتضمن منظومة غلوبال ستار/39/ (48) ثمان وأربعين ساتلاً كل منها محطة ترحيل (relay) . يمكن أيضاً دعوتها بمنارة أو بمعيد (repeater). إن ارتفاع سواتل غلوبال ستار أكبر من ارتفاع سواتل الإيريديوم لهذا تحتاج إلى عدد أقل من السواتل لتغطية كامل الكرة الأرضية مقارنة بمنظومة الإيريديوم. تستقبل سواتل الغلوبال ستار المكالمات الصادرة عن الأجهزة المتنقلة ولكن وباعتبار أنها محطات ترحيل فقط فإنها تتولى إرسالها إلى بوابة أرضية حال استقبالها. تتولى البوابة الأرضية التوصيل مع الشبكة الأرضية لكل دولة. يفوق عدد البوابات الأرضية في منظمومة الغلوبال ستار عدد بوابات الإيريديوم الأرضية بسبب عمل الترحيل في سواتل الغلوبال ستار. اختفت مسألة السيادة في منظومة الغلوبال ستار بسبب عدم وجود وظيفة البدالة (non switching) في السواتل. المنظومة بسيطة أيضاً ومنخفضة الكلفة/37/.

وهناك مزيد من مناقشة الـــ LEO في المقطع (21.5).

12.1 مراجع REFERNCES

1. Bell Laboratories, "High-Capacity Mobile Telephone System Technical Report." Submitted to FCC December 1971.
2. Bell Laboratories, "High-Capacity Mobile Telecommunications System" Developmental System Reports Nos. 1-8 puplished every 3 months, from March 1977 to March 1979.
3. V. H. MacDonald, "The Cellular Concept," *Bell System Technical Journal*, vol. 58.
4. F. H. Blecher, "Advanced Mobile Phone Services." *IEEE Trans. on Vehicular Technology*, vol. VT-29, MAY 1980, PP. 238-244. Jan. 1979, pp. 15-42.
5. W. C. Y. Lee, Mobile Cellular Telecommunications: Analog and Digital Systems, 2nd ed., New York: McGraw-Hill,1995.
6. W. D. Lewis, "Coordinated Broadband Mobile Phone Systems." IEEE Trans. Veh. Tech. Comm. VC-9, May 1960, pp. 43-48.
7. D. O. Reudink, "Comparison of Radio Transmission at X-Band Frequencies in Suburban and Urban Areas," IEEE Trans. Ant. Prop. AP-20. July 1972,p. 470.
8. C. L. Ruthroff and L. U. Kible, "A 60 GHz Cellular System." Microwave Mobile Symposium, Boulder, Colorado, 1974.
9. W. C. Y. Lee, "An Extended Correlation Function of Two Random Variables Applied to Mobile Radio Transmission," Bell System Technical Journal, vol. 48, Dec. 1969, pp. 3423-3440.
10. W. C. Y. Lee, "Antenna Spacing Requirement for a Mobile Radio Base-Station Diversity," Bell System Technical Journal, vol. 50, July-August 1971, pp. 1859-1874.
11. W. C. Y. Lee, "Effects on Correlation Between Two Mobile Radio Base-Station Antennas," IEEE Trans. Comm., vol 21, Nov. 1973, pp. 1241-1224.
12. W. C. Y. Lee, Mobile Communication Design Fundamentals, 2nd ed., John Wiley, 1993.
13. R. H. Frenkiel, "A High Capacity Mobile Radio Telephone System Model Using a Coordinated Small-Zone Approach," IEEE Trans. Veh. VT-19, May 1970, pp. 173-177.

14. J. R. Pierce, "Fading in Mobile Radio-Case 22108-11," Bell Lab internal memorandum for record, October 22, 1964.
15. E. N. Gilbert, "Energy Reception for Mobile Radio," Bell System Technical Journal, vol. 44, October 1965, pp. 1779-1803.
16. W. C. Y. Lee, "Statsical Analysis of the Level Crossings and Duration of Fades of the Signal from an Energy Density Mobile Radio Antenna," Bell System Technical Journal, vol. 46, February 1967, pp. 417-448.
17. W. C. Jakes, Jr., and D.O. Reudink, "Comparison of Mobile Radio Transmission at UHF and X-Band," IEEE Trans. Veh. Tech. 16, October 1967, pp. 10-14.
18. R. H. Clarke, "A Statistical Theory of Mobile Radio Reception," Bell System Tech. Journal, 47,July 1968, pp. 957-1000.
19. W. C. Y. Lee, "An Energy Density Antenna for Independent Measurement of the Electric and Magnetic Field," Bell System Technical Journal , vol. 46, Sept. 1967, pp. 1587-1599.
20. Reed Fisher, "A Subscriber Set for the Equipment Test," Bell System Technical Journal , vol. 58, Jan. 1979, pp. 123-144.
21. U. S. Department of the Interior, Geological Survey, "Digital Terrain Tapes," National Cartographic Information Center, US Geological Survey, 507 National Center, Reston, Virginia.
22. C. S. Phelan, Bell Lab Patent Attorney. A letter to W. C. Y, Lee to appreciate "A New Mobile Radio Propagation Model Case 39445-7," March 30, 1979.
23. Cellular System, IS-54 (incorporating EIA/TIA 553), "Dual-Mode Mobile Station-Base Station Combatibility Standard," Electric Industry Association Engineering Department, PN-2215, December 1989 (NADCA-TDMA system).
24. Cellular System, IS-55, "Recommended Minimum Performance Standards for Mobile Stations," PN-2216, EIA, Engineering Department, December 1989 (NADC-TDMA system).
25. Cellular System, "Minimum Performance Standards for Base Stations," PN-2217, EIA, Engineering Department, December 1989 (NATC-TDMA system).
26. Cellular System, IS-136, "800 MHz TDMA Cellular-Radio Interface-Mobile Station-Base Station Combatibility, (1) Digital Control Channel (2) Traffic Channels and FSK Control Channel." TIA/EIA, Dec. 1994.

27. Cellular Systems, TIA/EIA/IS-137, "800 MHz TDMA Cellular-Radio Interference-Minimum Performance Standards for Mobile Standards," TIA/EIA, Dec. 1994.
28. Cellular System, TIA/EIA/IS-138, "800 MHz TDMA Cellular-Radio Interface-Minimum Performance Standards for Base Station," TIA/EIA, Dec. 1994.
29. "European Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2):General Description of a GSM Public Land Mobile Network,"ETSI, 06921 Sophia Antipolis Cedex, France, October 1993,GSM 01-12.
30. *Proc. Third Nordic Seminar on Digital Land Mobile Radio Communication,* September 12-15,1988, Copenhagen (21 papers describe the GSM system).
31. Bernard J. T. Mallinder, "An Overview of the GSM System, *Proc. Digital Cellular Radio Conference,* Hagen FRG, October 1988.
32. Cellular System, IS-95, "Dual-Mode Mobile Station-Base Station Wideband Spread Spectrum Compatibility Standard," PN 3118, EIA, Engineering Department, December 1992 (CDMA system).
33. Cellular System, IS-96, "Recommended Minimum Performance Standards for Mobile Stations for Mobile Stations Supporting Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular Base Stations," PN-3119, EIA, Engineering Department, December1993 (CDMA system).
34. Cellular System, IS-97, "Recommended Minimum Performance Standards for Base Stations Supporting Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular Mobile Stations," PN-3120, EIA, Engineering Department, December1993 (CDMA system).
35. W. C. Y. Lee, "Overview of Cellular CDMA," *IEEE Trans. on Vehicular Technology,* May 1991, p. 291-302.
36. W. C. Y. Lee, *Mobile Communication Engineering, Theory and Applications,* 2d ed., New York: McGraw-Hill, 1998. Pp.540-547.
37. Bell Labs proposal to National Aeronautics and Space Administration. "Low Altitude Active Communication Satellite" for Proposal No. GS-1861, March 20, 1961.
38. J. E. Hatlelid and L. Casey, "The Iridium System: Personal Communications Any-Time, Any-Place," *Proc. Third International Mobile Satellite Conference,* Pasadena, June 16-18, 1993, pp.285-290.

39. R. A. Wiedeman "The Globalstar Mobile Satellite System for Worldwide Personal Communication," *Proc. Third International Mobile Satellite Conference,* Pasadena, June 16-18, 1993, pp.291-296.

13.1 مادة للقراءة

Dixon, R. C., *Spread Spectrum System*, 3rd ed., New York: John Wiley, 1994.

Feher, Kamino, *Wirele s Digital Communications,* Prentice-Hall, 1995.

Gallagher, M., and R. Snyder, *Mobile Telecommunications Network,* New York: McGraw-Hill, 1997.

Jakes, W. C., ed., *Microwave Mobile Communications*, New York: John Wiley, 1974.

Lee W. C. Y., *Mobile Cellular Telecommunications, Analoged Digital Systems,* 2d ed., New York: McGraw-Hill, 1995.

Lee W. C. Y., *Mobile Communications Design Fundamentals,* 2d ed., New York: John Wiley, 1993.

Lee W. C. Y., *Mobile Communications Engineering, Theory and Applications,* 2d ed., New York: McGraw-Hill, 1998.

Mously, M., and M. B. Pautet, *The GSM System for Mobile Communications,* M. Mously & M. B. Pautet, 1992.

Ojanpera, T., and R. Prasad, eds., *Wideband CDMA for Third Generation Mobile Communications,* Artech House, 1998.

Rappaport T. S., Wireless *Communication,* Prentice-Hall, 1996.

Simon M. K., J. K. Omura, R. A. Scholtz, and B. K. Levitt, *Spread Spectrum Communications Handbook,* New York: McGraw-Hill, 1994.

Smith, C., and C. Gervelis, *Cellular System,* New York: McGraw-Hill, 1996.

Stuber, G. L., *Principles of Mobile Communication,* Kluwer Academic Publishers, 1996.

Viterbi, A. J., *Principles of Spread Spectrum Communication,* Addison-Wesley, 1995.

لماذ منظومات الراديو المتنقلة صعبة التطوير؟

1.2 طيف طبيعي محدود
2.2 لماذا نحتاج حاملاً (a carrier)؟
3.2 ما هي ظروف الراديو المتنقل
4.2 نجاح منظومة الجيل الخليوي الأول
5.2 إرسال التشوير (Signaling) ومعطيات معلومات عبر القناة الكلامية التماثلية
6.2 الترميز التكراري ليس ترميزاً سيئاً للراديو المتنقل
7.2 معرفة صعوبات المناولة
8.2 المصطلحات الفنية الخليوية في شمال أمريكا
9.2 الخفوت الانتقائي وحالات عدم الخفوت
10.2 نجاح منظومة البدالة الإلكترونية والتطبيق لأجل البدالة المتنقلة
11.2 الانتشار ضمن الأبنية هل هو ثلاثي الأبعاد
12.2 أداء نسخة NTT للـ AMPS
13.2 قيمة أداة تنبؤ شدة الإشارة
14.2 تداخل القناة المتشاركة بالتردد قاتل
15.2 تغطية (39) مقابل (32) ديسيبل ميكرو
16.2 مزايا طرق التنوع
17.2 مراجع

1.2 طيف طبيعي محدود

إن طيف الأمواج الكهرومغناطيسية مورد طبيعي محدود، لذا فإن استخدام الطيف بكفاءة يعتبر تحد كبير. يحد التداخل الراديوي في الاتصالات اللاسلكية ضمن الطيف المخصص والأطياف المجاورة من عدد منظومات الخدمة القابلة للتشغيل (operational).

لقد كان أملنا في السبعينيات اكتشافاً جديداً لموجة جاذبية أرضية قد توفر مجالاً (domain) جديداً لطيف يساعدنا في فتح وسائط اتصال أخرى. قد تستطيع موجة الجاذبية الأرضية إفتراضياً الانتشار عبر صفيحة معدنية. لكن لم يكن بالإمكان إعادة توليد المعطيات التجريبية تحت نفس الحالة (الظرف). تضاءلت آمالنا. طبعاً لازلنا لا نعتقد بأن الموجتين الكهرومغناطيسية والصوتية هما الوحيدتان في الكون فقط ويمكن استخدامهما في الاتصالات اللاسلكية. قد نجد موجة من نوع ثالث في المستقبل لها طيف أكبر وتنتقل بصورة أسرع من سرعة الضوء. لكن علينا اليوم أن ندير موارد طيفنا المحدود.

أصبحت خدمات الإنترنت تجارةً عالمية الانتشار إذ بدأت خدمات الإنترنت اللاسلكية بالإقلاع. يمكن نقل المعطيات عالية السرعة (حتـــى غيغاهرتز) والتـــي تتطلب عرض نطاق طيف (حتـــى (10) غيغاهرتز) في خدمات الإنترنت السلكية بسهولة عبر ليف ضوئي؛ ومع ذلك فإنّ عرض نطاق الطيف سلعة نفيسة لخدمات الإنترنت اللاسلكية نظراً لأنّ الطيف الطبيعي محدود (حتـــى أن معدل 2 ميغابت/ثا صعبة التأمين). لهذا السبب علينا أن نستخدم اللاسلكي لخدمة المعطيات عالية السرعة فقط للتطبيق القابل للحمل (portability) أو التطبيق الترحالي (nomadic). علاوه على ذلك لازلنا نعتمد على الليف الضوئي لنقل عرض نطاق كبير. والنتيجة هي شبكة هجينة مختلطة النقل سلكياً ولاسلكياً. يمكن للمقطع اللاسلكي أن يكون آخر ميل أو آخر مائة أو خمسين متراً ويتحدد عرض نطاق الطيف بناء على معدلات المعطيات المرغوبة. وكلما ازداد معدل المعطيات كلما تناقص مدى الوصلة.

2.2 لماذا نحتاج حاملاً WHY WE NEED A CARRIER؟

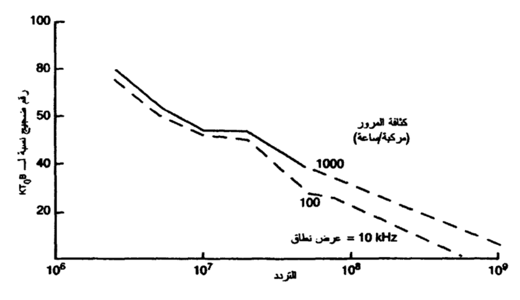
علينا في الاتصالات اللاسلكية أن نرسل الإشارة عبر الهواء، يحتاج الأمر إلى هوائي بطول نصف موجة على الأقل. إذا كانت إشارة المعلومات (كلاماً أو معطيات) في نطاق القاعدة

(نطاق أساسي) (the base band) بتردد منخفض (بالكيلوهرتز أو بالميغاهرتز) فإن من الصعب جداً إرسالها عبر الهواء. عند الترددات المنخفضة يكون طول الموجة طويلاً جداً. وهوائي نصف طول الموجة غير عملي كي يمكن إنشاؤه، فمثلاً عند التردد 10 كيلوهرتز يجب أن يكون طول الهوائي (15000) متراً (1/2 طول الموجة)، وهو ما يستحيل تحققيه. كبديل عن ذلك يتم إرسال المعلومات على تردد أعلى ندعوه بالحامل (أن تُحمل إشارة المعلومات عبر الهواء بهوائي أصغر). يمكن لهوائي محطة القاعدة أن يكون قياسه كبيراً (حتـــى 50 قدماً). في حالة المحطة المتنقلة فإن على الهوائي أن يكون صغيراً (أقل من 6 إنش). يُنسَب قياس الهوائي لطول موجة تردد الحامل. إذا فاق قياس الهوائي نصف طول الموجة، يتولد ربح قدرة يفوق ربح هوائي نصف طول الموجة. في حامل التردد 800 ميغاهيرتز يساوي طول الموجة لــ (6) إنشاً. يمكن التعامل مع هذا القياس بسهولة في الجهاز المحمول باليد إلا أننا لا نستطيع أن ندع تردد الحامل يصل إلى قيم عالية جداً بسبب ضياع (loss) الإنتشار. وفي النطاق الذي يفوق (10) غيغاهيرتز يحدث ضياع إضافي جوي (هطول المطر). عند التردد (20) غيغاهيرتز يحدث ضياع قاس آخر ناجم عن امتصاص جسيمات بخار الماء. يحدث ضياع قاس آخر عند التردد (60) غيغاهيرتز بسبب امتصاص جزيئات الأكسجين. يجب أن يبقى تردد الحامل أقل من (10) غيغاهيرتز في منظومة الراديو المتنقلة كما هو مبين في الشكل (1.2)/1/. نُفِّذَت عدة أبحاث في السبعينيات للإثبات بأن الاتصالات المتنقلة ممكنة التنفيذ عند أو أقل من التردد (10) غيغا هيرتز.

3.2 ما هي ظروف الراديو المتنقل؟/2/

تؤثر العوامل التالية على إشارة المحطة المتنقلة (إرسالاً واستقبالاً) بسبب قرب هوائي المحطة المتنقلة من الأرض كثيراً :

1. التبدلات الطبيعية لتركيبة التضاريس.
2. مؤثر بشري (human-made)، يشمل منشآت من صنع الإنسان مثل المدينة، الضواحي، الأبنية العالية الارتفاع والجسور. والضجيج من صنع الإنسان مثل ضجيج اشتعال السيارة والضجيج الصناعي.



الشكل 3.2: ضجيج حركة المركبات الوسطي **Fa** كتابع للتردد

إن أرضية الضجيج في مختلف المدن وفي مختلف النطاقات الترددية مختلفة. يمكن لأرضية الضجيج في منطقة مأهولة أن تكون أعلى بمقدار (15) ديسيبل بالمقارنة مع منطقة الضواحي. بصورة عامة تقل أرضية الضجيج مع ازدياد التردد.

إن المصدر الرئيس للضجيج من صنع الإنسان هو ضجيج الاشتعال المركبي (Vehicular) يمكن لمحرك بثمانية اسطوانات و(3000) دورة بالدقيقة توليد (200) شرارة في الثانية. تنشر كل شرارة في المجال الزمني (Time Domain) قدرتها عبر نطاق ترددي عريض في المجال الترددي (frequency domain). هذا من مركبة واحدة فقط. إن أرضية الضجيج من حركة مرور كثيفة لـ (1000) مركبة بالساعة أكبر من (100) مركبة في الساعة/4/ كما هو مبين في الشكل (3.2). يوضح هذا سبب كون أرضية الضجيج في المناطق المأهولة أعلى من الضواحي. من ناحية أخرى إن أرضية الضجيج من صنع الإنسان أقل كلما ازداد التردد. فعند التردد 1 غيغاهرتز تفوق أرضية الضجيج من صنع الإنسان أرضية الضجيج الحراري بمقدار 5 ديسيبل في حالة (1000) مركبة، بينما تساوي عند التردد (100) ميغاهرتزلـ (32) ديسيبل في حالة (100) مركبة.

الإشارتان ضياع انتشار d^{-4}، يفوق ضياع الانتشار d^{-2} عبر مسافة ما (ضياع انتشار الفراغ الحر أو برج عالي)

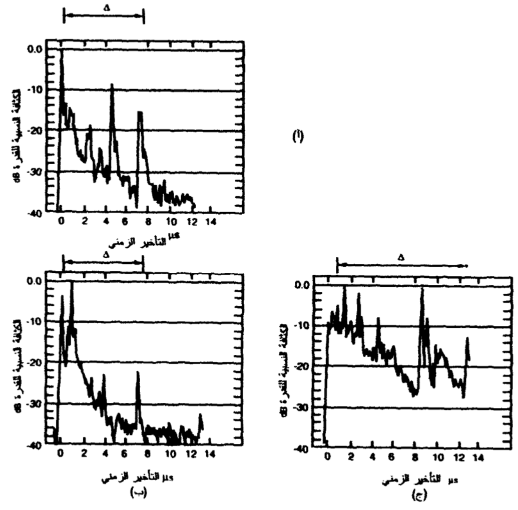
2.3.2 بناء من صنع الإنسان HUMAN-MADE STRUCTURE

تتوضع المحطة المتنقلة ضمن منشأة من صنع الإنسان تتسبب في انعكاس الإشارة ذهاباً وإياباً قبل الوصول إليها. تتسبب هذه الأمواج متعددة المسار بظاهرة الخفوت وفقاً لحركة المحطة المتنقلة. إنها تقلل قدرة الحامل الوسطية للإشارة المستقبلة. تحط أيضاً من جودة الكلام وأداء المعطيات (data performance)

3.3.2 امتداد تأخير الزمن TIME DELAY SPREAD

تتسبب موجات المسار المتعدد بظاهرة الصدى echo phenomenon. تصل هذه الأمواج إلى المحطة المتنقلة في أوقات مختلفة تكون عادة بحدود (100) ميكروثانية. تدعى ظاهرة الصدى: امتداد تأخير الزمن في الاتصالات الراديوية/3/. في حالة إشارة كلامية تماثلية ذات تردد (3000) هرتز فإن دور الإشارة 0.33 ميلي ثانية لهذا فإن ظاهرة صدى تعدد مسار قصير المسافة short-arrived لن يكون ملحوظاً خلال دور زمنـــي طويل لدورة كلامية (Voice Cycle). يمكن لظاهرة الصدى المعتمدة على تعدد مسار الموجة أن تكون ملحوظة ومتداخلة في حالة معطيات عالية السرعة تفوق (100) كيلوبت/ثا حيث يقابلها مدة بت واحدة تساوي (10) ميكروثانية. نقيس امتداد التأخير الزمنـــي time delay spread/3/ اعتباراً من التأخير الزمنـــي لوصول الموجة الأولى إلى وصول آخر موجة منعكسة. إن مسافة الموجة الأولى هي الأقصر كما هو مبين في الشكل رقم (2.2 آ) ولهذا فإنها تتعرض لضياع انتشار أقل ومع ذلك وبسبب امتصاص سطح الانعكاس فإن الموجة الأولى قد لا تكون الأقوى شدة كما هو مبين في الشكل (2.2 ب) والشكل (2.2 ج).

يحدد امتداد التأخير الزمنـــي معدل إرسال المعطيات. فلكي نرسل معطيات عالية السرعة علينا أن نحذف الموجات المنعكسة متعددة المسار باستخدام المسوي (equalizer). يمكن إنقاص امتداد تأخير الزمن بطرق تنوع في معظم الحالات (انظر المقطع 14.7).

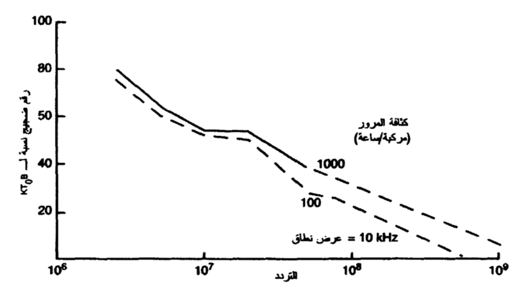


الشكل 2.2: غلاف (envelope) تأخير في مدينة نيويورك (بإذن من IEEE)

4.3.2 الضجيج من صنع الإنسان HUMAN-MADE NOISE

يتولد الضجيج من صنع الإنسان في ظروف المحطة المتنقلة بصورة رئيسية من منابع غير مقصودة (unintentional) مثل شرارة الاشتعال (ignition) والضجيج المشع من خطوط القدرة والتجهيزات الصناعية. صنف الضجيج من صنع الإنسان إلى ثلاث فئات حسب المناطق التالية:

1. مناطق مأهولة **urban areas**
2. مناطق الضواحي **suburban areas**
3. المناطق المفتوحة **open areas**



الشكل 3.2: ضجيج حركة المركبات الوسطي **Fa** كتابع للتردد

إن أرضية الضجيج في مختلف المدن وفي مختلف النطاقات الترددية مختلفة. يمكن لأرضية الضجيج في منطقة مأهولة أن تكون أعلى بمقدار (15) ديسيبل بالمقارنة مع منطقة الضواحي. بصورة عامة تقل أرضية الضجيج مع ازدياد التردد.

إن المصدر الرئيس للضجيج من صنع الإنسان هو ضجيج الاشتعال المركبي (Vehicular) يمكن لمحرك بثمانية اسطوانات و(3000) دورة بالدقيقة توليد (200) شرارة في الثانية. تنشر كل شرارة في المجال الزمني (Time Domain) قدرتها عبر نطاق ترددي عريض في المجال الترددي (frequency domain). هذا من مركبة واحدة فقط. إن أرضية الضجيج من حركة مرور كثيفة لـ (1000) مركبة بالساعة أكبر من (100) مركبة في الساعة/4/ كما هو مبين في الشكل (3.2). يوضح هذا سبب كون أرضية الضجيج في المناطق المأهولة أعلى من الضواحي. من ناحية أخرى إن أرضية الضجيج من صنع الإنسان أقل كلما ازداد التردد. فعند التردد 1 غيغاهرتز تفوق أرضية الضجيج من صنع الإنسان أرضية الضجيج الحراري بمقدار 5 ديسيبل في حالة (1000) مركبة، بينما تساوي عند التردد (100) ميغاهرتزلـ (32) ديسيبل في حالة (100) مركبة.

4.2 نجاح منظومة الجيل الخليوي الأول The success of the first-generation cellular system

استمر تطوير المنظومة الخليوية على مدى عشرين عاماً تقريباً، من عام 1964 إلى عام 1983. انتقلت إجراءات تصميم المنظومة من البحث إلى المنظومة ثم إلى التبديل (switching) ثم إلى التطوير. إن لمنظومة بل في الستينيات شعاراً يقول بأن على جميع تجهيزات منظومات بل أن تعيش أربعين عاماً. يعني ذلك الجودة. لهذا صممت الـAMPS من أجل إنتاج عالي الجودة. للتأكد من أن الـAMPS ستكون بجودة عالية أجري اختبار من عام 1974 إلى عام 1977 في شيكاغو في (16) موقعَ خلية (cell sites) صنعت من قبل AT&T الشركة الكهربائية الغربية وبـ (2000) محطة متنقلة (mobile) صنعت من قبل ثلاثة شركات هي OKI، موتورولا وأي اف جونسون. تم توسيع الاختبار لـ (5000) محطة متنقلة. جاءت معظم التصحيحات والتعديلات والتحسينات للـAMPS من اختبار شيكاغو[5]. كتبت المواصفة بعد الاختبار. وباعتبار أن المواصفة الجديدة أعدت لإنتاج تجاري لم تستطع الـ (5000) محطة متنقلة تجريبية من العمل في المنظومة التجارية ولهذا غدت بلا فائدة (absolete). كانت كلفة هذا الاختبار عالية جداً. لا يمكن لشركة اليوم أن تدير مثل هذا الاختبار بمقياس كبير. إن الـAMPS منظومة عالية الجودة حتى بمعيار اليوم. تقول لنا هذه التجربة إذا كان انتقاء التقانة صحيحاً فيجب أن لا تكون الكلفة مصدر القلق الأول. الجودة هي عنصر مفتاح منظومة منتشرة ناجحة. ما دامت حاجة المشتركين للمنظومة عالية فسوف يقود تقدم التقانة وحجم الإنتاج الكلفة نحو الأدنى. كانت هواتف السيارة في عام 1984 كبيرة وسعرها يفوق (3000) دولاراً. بعد خمسة عشر عاماً أصبحت الأجهزة المحمولة باليد صغيرة وخفيفة وسعرها قريب من (150) دولاراً.

5.2 إرسال التشوير (Signaling) ومعطيات معلومات عبر القناة الكلامية التماثلية.

إن للـAMPS طريقة ذكية في إرسال دفقة معطيات لتشوير التحكم عبر قناة كلامية تماثلية عند الحاجة. ونظراً لأن قدرة كلام الإنسان تقع ضمن النطاق من (300) إلى (3000)

هيرتز، نود إيجاد شكل موجة قطار معطيات له طاقة طيفية (spectral energy) خارج النطاق الكلامي. لحسن الحظ هناك ترميز شكل موجة لقطار معطيات (data stream) يدعى ترميز مانشيستر (Manchester) له قدرة طيف (10) كيلوبت/ثانية تكمن عند الـــ (8000) هيرتز. يمكن الآن وضع مرشح (filter) عند التردد (8000) هرتز. فإذا اكتشفت طاقة إشارة عند التردد (8000) هيرتز نعلم بأن دفقة معطيات واصلة. عندئذ نستطيع إسكات (mute) القناة الكلامية لمدة (100) ميلي ثانية. لا نحتاج في هذه الحالة لاستخدام قناة تحكم مستقلة من أجل المناولة (hand off). في منظومة الـــAMPS وعندما تتناول قناة كلامية المكالمة من قناة التحكم (Control Channel) فإن جميع وظائف التحكم ستنفذ عبر قناة الصوت. إن ترميز مانشستر هو ترميز شكل موجة فريد من نوعه وليس ترميزاً لتصحيح الخطأ. يدعى إسكات الصوت لمدة (100) ميلي ثانية بطمس (Blank) ودفقة (Burst). تستخدم وظيفة طمس ودفقة في المنظومة الخليوية للفصل بين تشوير التحكم (Control Signaling) عن قطار الكلام الرقمي (the digital voice stream). فوق ذلك عند إرسال معطيات معلومات عبر القناة الكلامية للـــAMPS وأثناء استعادة (recovery) دفق المعطيات، من الواجب تشويه الأخير قبل الإرسال عبر الضغط (Compression) وبالتشديد المسبق (Preemphasis) في منظومة (FM). يمرر دفق المعطيات عند الاستقبال عبر تخفيف (deemphasis) ونشر (expansion) قبل فك الترميز نظراً لأن المنظومة تعالج الكلام والمعطيات بصورة منفصلة فإن إرسال المعطيات يصبح مشكلة دائماً بدون التشويه المسبق (Predistortion). لقد صممت الـــ AMPS للكلام فقط.

يعامل قطار بيانات (معطيات) الكلام حتـــى في منظومة رقمية بصورة مستقلة عن دفق معطيات المعلومات. لهذا السبب يمرر الكلام عبر الفوكودر فيما تتخطاه معطيات المعلومات. تدعى وظيفة جهاز) التخطي بوظيفة العمل البينية (IWF: Inter working Function).

6.2 الترميز التكراري ليس ترميزاً سيئاً للراديو المتنقل/6/

يرسل الترميز التكراري قطاراً من بتّات (bits) المعلومات وبصورة متكررة لتوليد إطناب (redundancy). يمكن لبت واحدة أن تكرر عدداً فردياً من المرات. يتم إقرار البت الصحيحة

بعد الاستقبال باقتراع الأغلبية (majority vote). ندعو هذه العملية بطريقة كشف اقتراع الأغلبية.

إن الترميز التكراري ليس ترميزاً كفوءاً لإرسال المعطيات ومع ذلك لا يزال مستخدماً نظراً لأن على أي ترميز مطبق لتصحيح الخطأ عبر الإرسال أن يفهم وسط الإرسال. إذا كان مستقراً (stationary)، فإن بنيةَ موجة الخفوت في وسط متعدد المسار (أي أن المحطة المتنقلة تسير بسرعة ثابتة) تكون مستقرةً، عندئذ يمكن إيجاد البت الصحيحة اعتماداً على ترميز تصحيح خطأ أمامي مناسب (FEC: Forward Error Correction). إلا أن بنية موجة الخفوت ليست مستقرة إذ سيتبدل تردد موجة الخفوت مع تبدلات سرعة السيارة. عندئذ تؤدي تبدلات طول أخطاء الرشقة (الدفقة) في الزمن الحقيقي (real time) إلى إجبار دور تشابك (Interleaving) قطار المعطيات ومقدرة ترميز الـــFEC على التبديل وفقاً لذلك. إن من الصعب إيجاد ترميز قائم للتعامل مع هذه الحالة. لهذا السبب يغدو ترميز الإعادة (التكرار) ترميزاً ملائماً للـــAMPS الخليوي.

يطبق عادة إرسال المعطيات عبر وسط سلكي طلب إعادة إشعاري (ARQ: Acknowledge Return Request) بدون استخدام الـــFEC. يقسم قطار المعطيات إلى إطارات يحوي كل إطار بتات عديدة. إذا كان في أحد الإطارات أخطاء بعد الكشف (detection) في نهاية الاستقبال يطلب من المرسل إعادة كامل هذا الإطار. يمكن دعوة هذه الطريقة في بعض الأحيان بالإرسال عدم الخطأ (error free) نظراً لأن الوسط السلكي هادئ جداً وبالتالي لا يحدث تكرار إرسال كثير. وعلى النقيض فإن الوسط اللاسلكي ضجيجي جداً. تتضمن معظم الإطارات أخطاء بعد الاستقبال. لا تستخدم طريقة الـــARQ، إذ باستخدامها فعلى كل إطار أن يتكرر إرساله عدة مرات أو بلا نهاية. تحت ظروف معينة في الوسط اللاسلكي قد يغدو ما يدعى بالإرسال خالي الخطأ لا إرسالاً. لهذا السبب في وسط متنقل (mobile medium) من الصعب جداً استخدام الـــARQ وحيداً. يستخدم ترميز التكرار بسبب التغير غير المتنبأ به لوسط متولد نتيجة السيارة (المركبة) ذات السرعة المتبدلة.

7.2 معرفة صعوبات المناولة (The Findings of Handoff Difficulties)

معالجة المناولة في الـــAMPS عملية قاسية (أي "قطع قبل الوصل")(break before make) في هذه الوضعية على المحطة المتنقلة أن تستقبل المعلومات الصحيحة للمناولة إلى الخلية الصحيحة بالقناة الترددية الصحيحة وإلا انقطعت المكالمة. عند البدء بكتابة مواصفة الـــ (AMPS) كان لتشوير المناولة نفس نسق (format) الإعادة كحال قناة التحكم (control channel) (أو قناة إقامة الاتصال set up). ترسل معطيات المعلومات لقناة التحكم خمس مرات وإقرار البت الصحيحة يتم بإجراء تصويت الأغلبية بين البتات الخمس المستقبلة. في بعض الأحيان بسبب خفوت تعدد المسار قد لا تكون الإعادة خمس مرات كافية، خاصة في بقعة تكون فيها الإشارة ضعيفة. لسوء الحظ تحدث المناولة عادة في مواقع الإشارة الضعيفة. دلت النتائج التجريبية الأولى على الحاجة لزيادة تكرار عدد مرات التشوير من خمسة إلى سبعة بسبب معدل الخطأ العالي. كان علينا أن نعيد برمجة المعالج الميكروي الصفري ذي الثمانية بتات لتنفيذ خوارزمية التكرار السباعية. أدركنا من نتيجة التكرار السباعي بأن علينا أن نذهب إلى تكرار التسع مرات. وبعد ذلك ذهبنا إلى تكرار الأحدى عشرة مرة ثم ثلاثة عشرة مرة. أخيراً استخلصنا بأن الرقم أحد عشر كان الرقم الصحيح لمرات التكرار للحصول على معدلات أخطاء محددة. استغرق الأمر تقريباً ستة أشهر لإيجاد الرقم أحد عشر الصحيح للتكرار لأجل المناولة. كنتيجة لهذا الصبر أُثبِتَت الـــAMPS لتكون ممتازة، منظومة مطورة بصورة جيدة قبل انتشارها.

تستخدم مناولة العتاد (Hard Handoff) في المنظومات التماثلية والـــ(TDMA). اخترع في عام 1989 الـــ(CDMA) للاستخدام الخليوي. الذي يستخدم مناولة برمجيات (أي أوصل قبل أن تقطع make before break). رغم أن مناولة البرمجيات في مناطقها تخفض من انقطاع المكالمات فإنها تقلص من السعة مقارنة مع سعة المناطق التـــي لا تحتاج لمناولة. إن الـــ (CDMA) منظومة عالية السعة عموماً. ستذكر في الفصل السادس. المنظومات الثلاثة سابقة الذكر التماثلية والـــ TDMA والـــ CDMA جميعها منظومات مزاوجة تقسيم التردد (FDD: Frequency Division Duplexing) تستخدم الـــFDD زوجاً من نطاق التردد، واحداً للإرسال وآخر للاستقبال. يستخدم في منظومة مزاوجة تقسيم الزمن

(TDD: Time Division Duplexing) نطاق طيف غير مزدوج (unpaired). إن وظيفة المناولة بهذه المنظومة مختلفة وتدعى بمناولة العصا (a baton handoff). إذ تنتقل المكالمة في منطقة المناولة بصورة مستمرة إلى موقع الخلية ذات الإشارة الأقوى.إن تحسين معدل انقطاع المكالمة سيكون مختلفاً هندسياً.

8.2 المصطلحات الفنية الخليوية في شمال أمريكا

1.8.2 لماذا سميت وصلة أمامية (FORWORD LINK (FL وليس وصلة نازلة (DOWNLINK)

يستخدم تعبير وصلة صاعدة (*UpLink*) ووصلة نازلة (*DownLink*) في اتصالات السواتل فالوصلة من الساتل إلى الأرض هي الوصلة النازلة، والوصلة من الأرض إلى الساتل هي الوصلة الصاعدة. إن موقع الساتل أعلى دائماً من محطة القاعدة الأرضية. وبالتالي فإن تعبير وصلة صاعدة ونازلة لا يسبب أي التباس.

في منظومة خليوية قد يسبب تعبير وصلة صاعدة ونازلة التباساً. تعنـي الوصلة الصاعدة من محطة القاعدة إلى المتنقلة وفي بعض الأحيان تعنـي من المتنقلة إلى المحطة القاعدة، كما هو مبين في الشكل رقم (4.2). إضف إلى أنه يمكن لطائرة أن تكون محطة متنقلة تماماً مثل الساتل وفي هذه الحالة الوصلة الصاعدة هي من المحطة القاعدة إلى الطائرة. غدت الوصلة الصاعدة والنازلة مربكة جداً في الاتصالات الأرضية والاتصالات من الجو إلى الأرض. لهذا أسقط علماء بل تعبيري وصلة صاعدة ووصلة نازلة واستخدموا بدلاً عن ذلك وصلة أمامية ووصلة عكسية في منظومة أمريكا الشمالية:

الوصلة الأمامية (FL: Forward Link) من المحطة القاعدة إلى المتنقلة

الوصلة العكسية (RL: Reverse Link) من المحطة المتنقلة إلى القاعدة

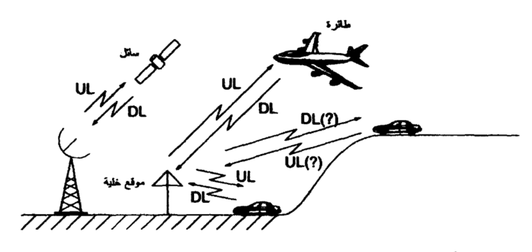
في منظومة الـ GSM:

الوصلة الصاعدة (UL: UpLink) هي من المتنقلة إلى القاعدة (تكافئ الوصلة العكسية)

الوصلة النازلة (DL: DownLink) هي من القاعدة إلى المتنقلة (تكافئ الوصلة الأمامية).

في منظومة السواتل:

الوصلة الصاعدة (UL) هي من الأرض (قاعدة) إلى ساتل (متنقلة) (تكافئ وصلة أمامية)
الوصلة النازلة (DL) هي من الساتل (متنقلة) إلى الأرض (قاعدة) (تكافئ وصلة عكسية)
كما هو مبين أعلاه إن لتعبيري وصلة أمامية ووصلة عكسية التباساً أقل من تعبيري وصلة صاعدة ووصلة نازلة.



الشكل 4.2: الاستخدام المختلف للوصلة الصاعدة (UL) والوصلة النازلة (DL)

2.8.2 لماذا موقع خلية وليس محطة قاعدة WHY CELL SITE, NOT BASE STATION

صيغت عبارة موقع خلية من قبل (Frank Belcher) من مخابر بل، محطات القاعدة التقليدية التي ركبت عام 1975 قد احتوت على مرسلات/مستقبلات Transceivers فقط، بينما تضمنت وظيفة محطة القاعدة الخليوية أكثر من كونها محطة قاعدة فقط بوجود متحكم Controller مضاف إليها. إن بإمكان محطة قاعدة خليوية مسح شدة إشارة الأقنية الكلامية وإعطاء تقرير عنها إلى مكتب التبديل (switching office)، كما أنها تتحكم بقدرة خرج المحطات المتنقلة وتدير عمليات المناولة (hand off). ولتمييز محطة القاعدة الخليوية عن محطة القاعدة القائمة في ذلك الوقت استخدم تعبير موقع خلية في منظومة الـــAMPS.

3.8.2 لماذا المناولة* (رفع يد) HANDOFF وليس (تسليم يد) HAND OVER

عندما اختُرِعت ميِّزة المناولة (أنظر المقطع 7.2) في الـــAMPS استخدم تعبير المناولة (رفع اليد hand off) نظراً لاستخدامه في كرة القدم "لا لمس لكرة القدم". يعنـــي تسليم اليد (hand over) "تسليم تحكم الـــ" أو "تنازل عن تحكم الـــ " "to surrend control of" لهذا تشير عبارة *hand off* إلى المكالمة نفسها بينما تشير الـــ*hand over* للتحكم بالمكالمة، لا بأس بكليهما. نظراً لأن عبارة *handoff* كانت في ذلك الحين مستخدمة بالـــAMPS فلم يكن هناك التباس لدى المهندسين الجدد في الولايات المتحدة. في أوروبا لم يعلموا من أين أتى التعبير "*hand off*" ولشعورهم بأنها عبارة غير ملائمة بدلوه إلى *hand over*.

9.2 الخفوت الانتقائي وحالات عدم الخفوت/2/

تتولد إشارة خفوت تعدد المسار في ظروف الراديو المتنقل من تعدد الانعكاس الناتج عن الأبنية. يولد كل تردد إشارة خفوت لكن الترددات المختلفة تولد إشارات خفوت مختلفة في المجال الزمنـــي (time domain). تدعى هذه الإشارات بإشارات خفوت انتقائية (selective fading signals). تلاحظ إشارة خفوت تعدد المسار فقط أثناء حركة المحطة المتنقلة. تلاحظ إشارة لا خفوت إذا كانت المحطة المتنقلة متوقفة عن الحركة في ظروف انعكاس متعدد المسار. يعتمد مستوى شدة الإشارة في هذه الحالة على موقع المحطة المتنقلة. يمكن لها أن تكون إشارة قوية أو إشارة ضعيفة أو أنها تحت تأثير الخفوت (under fade). يمكن لمختلف الترددات أن يكون لها مستويات شدة إشارة مختلفة في نفس الموقع. لهذا السبب عندما تكون المحطة المتنقلة متوقفة عن الحركة دون اعتبار إذا كان الموقع مشيداً أو لا، لا تلاحظ إشارة خفوت. أيضاً تلاحظ إشارة لا خفوت إذا كانت المحطة المتنقلة تسير في منطقة غير مشيدة.

تستخدم حالياً جميع الأنظمة الخليوية الـــFDD (Frequency Division Duplexing)

---

*. ملاحظة للمترجم: العرض هنا للاختلاف بين تعبيرين باللغة الانكليزية. إلا أن التعبير الذي اختاره المترجم بالعربية يلائم معنـــى كلاهما فيمكن للمناولة أن تتم بدون لمس اليد (بالقدم) كما يمكن للمناولة أن تعنـــي تسليم التحكم من خلية لأخرى.

وترددات أقنية الإرسال، وأقنية الاستقبال مختلفة عن بعضها البعض. لهذا تستخدم أربعة ترددات لإقامة اتصال سيُستخدم اثنان من الترددات لأقنية التحكم واثنان لأقنية الكلام. تعمل المنظومة عندما تكون المَرْكَبَة متحركة اعتماداً على الشدة الوسطية لأربع إشارات من خلال إشارات خفوت كل منها. إن الترددات الأربع هي إشارات خفوت انتقائية مما يعني بأن الخفوت لا يحصل في نفس الوقت (أو نفس الموقع) لمختلف الترددات كما هو مبين في الشكل رقم (5.2). عند أخذ متوسط شدة الإشارة خلال مدة معينة فإن بقع الخفوت الحقيقية غير متأثرة (not affected). هناك علاقة ثابتة بين سويات شدة وسطية لأربع إشارات. مع ذلك تغدو الأقنية الأربعة إشارات عديمة الخفوت عند توقف المركبة. يجب على سوية شدة إشارة كل قناة أن تتحدد بموقع المركبة ويدعى هذا بظاهرة الخفوت الانتقائي.

لا توجد علاقة ثابتة بين سويات إشارة عديمة الخفوت في أي موقع ثابت بعد ذلك. لذلك على مصمم المنظومة الخليوية أن يأخذ بالاعتبار حالات الحركة والتوقف. يمكن في حالة الحركة لسوية شدة الإشارة الوسطي لأي قناة ترددية أن يمثل تغطية الإشارة في كامل المنطقة. يمكن لسوية شدة الإشارة الوسطي لأي قناة ترددية في حالة التوقف أن يمثل نفسه فقط (ليس الأقنية الثلاثة الأخرى) في الموقع حيث توضعت العربة. لإجراء مكالمة فإن على جميع إشارات التردد الأربع أن تكون فوق سوية S عند المواقع D1 في الشكل (5.2)

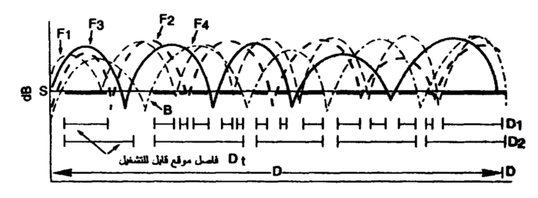
10.2 نجاح منظومة البَدَّالة الإلكترونية ESS (Electronic Switching System) والتطبيق لأجل البدالة المتنقلة (Mobile Switch)

طُورت في عام 1950 البدالة (المقسم) رقم 5 ذات القضبان المتقاطعة (cross bar).كانت بدالة ميكانيكية وكان أداؤها جيداً جداً. بدأت منظومة التبديل الإلكترونية ESS (Elecetronic Switching System) حتى قبل أن تنتشر البدالة متقاطعة القضبان رقم 5 بصورة كاملة إلى مكاتب التبديل المحليّة (local switching office).

قاد Raymond Ketchledge في مخابر بل طاقماً لتطوير الـ (ESS). اعتقد بأن بدالة المستقبل ستكون بدالة برمجيات (software) وليس بدالة عتاد (hardware). إن المزايا المضافة على الـ ESS ستكون سهلة جداً. وإن تصميم حاسب لغرض خاص لأجل شبكة اتصالات

بحاجة لدافع (drive) كبير نظراً لأن البرمجة يمكن أن تؤدي إلى توليد أخطاء بشرية كبيرة. هذه الأخطاء المعتبرة ومكاملة برامج فرعية (subrouting) تؤدي إلى تأخير البرنامج وتسبب نفاذ صبر المستخدمين. كان مهندسو تطوير بدالة القضبان المتقاطعة رقم 5 منافسين لمهندسي بدالة الـ ESS في هذه المرحلة. لم يقر الطاقم بقيادة (Ketch Ledge) بعجزه أبداً. عرض في عام 1967 الـESS رقم 1 (No1) بنجاح مما قضى على بدالة القضبان المتقاطعة. ولّد (Ketch Ledge) خلال مرحلة تطوير الـESS No1 أعداءً كثيرين في مخابر بل.

أثبتت مزية استخدام الـESS فيما بعد رغم أن بدالة (No5 cross bar) كانت جيدة جداً إلا أن حياتها قصيرة، إضافة لذلك لم يكن للبدالة المتنقلة أن تكون قادرة على أن تكون محققة بدون استخدام ESS إلا أنه أمكن بواسطة No1/1A ESS تطوير البدالة المتنقلة خلال ستة أشهر.



F1 ــــ قناة إقامة اتصال وصلة أمامية

F2 - - قناة إقامة اتصال وصلة عكسية

F3 ــــ قناة وصلة أمامية كلامية

F4 - ــ - ــ قناة وصلة عكسية كلامية

Dt فاصل مسافة بإشارة فوق المستوى S: فاصل موقع قابل للتشغيل (operable)

D المسافة الكلية المرغوبة

D1 المسافة الكلية وجميع الترددات الأربعة فوق المستوى S

D2 المسافة الكلية التـي فيها F4 فقط فوق مستوى S

الشكل 5.2: توضيح الـ FDD بأربعة إشارات خفوت انتقالية

كان تعلّم إدارة برنامج برمجيات (software program) والتحكم (control) بأي من الـ ESS صعباً خلال مرحلة التطوير. حصلت إخفاقات كثيرة. مثال واحد كان بدالة المنظومة (12) لـ (ITT). كانت بدالة ESS مطوّرة من قبل شركة إنتاج بل في بلجيكا. أرادت ITT تحويل بروتوكولات معيار وظيفتها من أوروبية إلى أمريكية وبيعها لمشغلي اتصالات كبار في الولايات المتحدة. كانت سعة ومزايا المنظومة (12) كما قدّمت مؤثرة جداً. عدة شركات بما فيها AT&T قدمت الطلبيات. لكن التحول من معيار إلى آخر كان محفوفاً بالمشاكل. استغرقت الـ ITT ثلاث سنوات وأكثر من ملياري دولار على هذه المسألة في أوائل الثمانينيات قبل التخلي النهائي (giving up).

11.2 الانتشار ضمن الأبنية هل هو ثلاثي الأبعاد/7/

إن انتشار الإشارة ثنائي الأبعاد (2D) للمركبات المتنقلة (أي استقبال الإشارة على الأرض). عند استقبال الإشارة على طوابق مختلفة في الأبنية، تتبدل طبيعة استقبال الإشارة. أولاً تخترق الإشارة الجدران مسببةً مقداراً كبيراً من الخسارة تقريباً (15) إلى (28) ديسيبل اعتماداً على طبيعة بنية البناء، كما هو موضح في الشكل (6.2). لا تحدث في شيكاغو زلازل والأبنية مشيّدة باستخدام أُطُر رئيسية (main frames). إن خسارة اختراق الأبنية في شيكاغو تساوي (15) ديسيبل. في اليابان يتطلب كود بناء الزلازل أبنية تُشيَّد باستخدام إطارات شبكية (a mesh frame). إن خسارة اختراق الإشارة عبر الأبنية اليابانية عالٍ فهو حوالي (28) ديسيبل.

هناك ظاهرة أخرى في أن الإشارة أقوى عندما يكون الطابق أعلى فوق الأرض. يخلق هذا مسألة رئيسية. فعندما يكون المستخدم في الطابق الأول تكون الإشارة أضعف بكثير مما لو كان بالخارج. أما في الطابق السادس أو التاسع فإن الإشارة أقوى وهي تقريباً نفس الإشارة المستقبلة عند مستوى الأرض بالخارج. عند استخدام الهاتف الخليوي في الطابق العشرين أو الأعلى يزداد نصف قطر الخلية R وبذلك تنتهك قاعدة المنظومة الخليوية المطلوبة D/R (انظر الفصل الأول). تستطيع الهواتف المتنقلة في القناة المشاركة بالتردد المجاور (adjacent cochannel) التداخل مع هاتف يدوي في الخلية المستهدفة (target). لهذا

استخدمت عدة تقنيات جديدة للتغلب على هذه الوضعية. إحداها تخصيص عشرة أقنية طيف خليوية أو أكثر للاستخدام ضمن الأبنية. يمكن تكرار استخدام هذه الأقنية نفسها في كل طابق لوجود عزل قدره (20) ديسيبيل للإشارة بين الطوابق كما هو مبين في الشكل رقم (6.2). يمكن لعشرة أقنية أن تولد مائة قناة كلامية لبناء مكون من عشرة طوابق. علاوة على ذلك يمكن لعزل الإشارة بين الأبنية أن يكون (40) ديسيبيل أو أكثر. كما يمكن استخدام الأقنية العشرة في أبنية أخرى. سيكون إعادة استخدام التردد مائة أو ألف مرة. إنها مقاربة مردود طيف ممتازة. ويمكن استخدام معظم الهواتف المحمولة باليد نفسها خارج الأبنية وضمن الأبنية/18/.

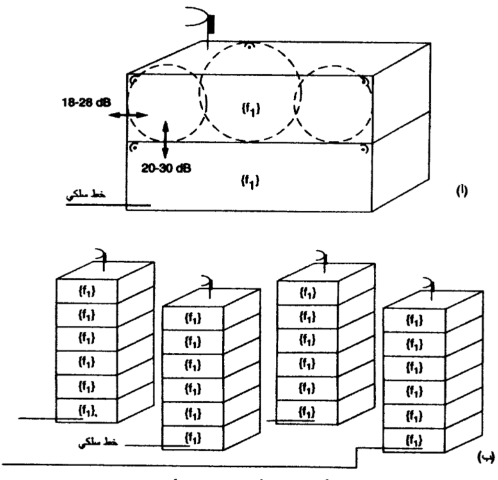
12.2 أداء نسخة NTT للـ AMPS

أخذت NTT عام 1978 مواصفات AMPS وعدلتها. تم تبديل عرض نطاق القناة من (30) كيلوهرتز إلى (25) كيلوهرتز لتناسب الشبكة القائمة في ذلك الوقت. لم تتبدل السعة بإنقاص عرض النطاق كما هو مبين في المقطع (4.3). تغطي القناة الأعرض مدى مسافة أكبر لنفس القدرة (30 مقابل 25). إن اختيار النطاق الأعرض هو الاختيار الصحيح في الولايات المتحدة بسبب مدى الأرض الواسعة المطلوب تغطيتها.

نشرت NTT المنظومة الخليوية في عام 1979 و لم تنفذ طرق تنوع (diversity schemes) في محطات القاعدة. بينت منظومة (AMPS) بأن التنوع كان ضرورياً لتقليل خفوت الإشارة في إشارات المحطة المتنقلة الراديوية في ذلك الوقت. لم يكن زبائن NTT مسرورين في ذلك الوقت من جودة الخدمة. في عام 1984 استخدمت المنظومات الخليوية في الولايات المتحدة طريقة التنوع وأثبتت تفوق إشارتها (signal superiority). نفذت في عام 1989 منظومة خليوية جديدة عالية السعة لـــNTT طريقة التنوع في محطة القاعدة وفي المحطة المتنقلة (الأجهزة المحمولة باليد). وغدا استخدام طريقة التنوع في المنظومات الخليوية مطلباً.

تستخدم AMPS سرعة تشوير لقناة التحكم قدرها 10 كيلوبت/ثانية. كانت NTT تستخدم تردداً متعدد النغمات (MTF: Multi Tone Frequency) عند (300) بت/ثانية عام 1979. إلا أن الـــMTF عند (300) بت/ثانية لم تكن مناسبة للاتصالات المتنقلة. يدعى

ضجيج المستقبل الإضافي المتولد عندما تتحرك المركبة بضجيج FM العشوائي. وهو حول (200) هرتز عندما تكون حركة المركبة ذات سرعة عالية. هذا المعدل المنخفض من التشوير يمكن أن يتداخل مع ضجيج الــFM العشوائي.لهذا السبب لا يمكن استخدام معدل تشوير منخفض لإقامة الاتصال أثناء السرعة العالية للمركبة. لم تكن جودة منظومة الــNTT المبكرة عام 1979 مقنعة للزبائن بسبب النقص في تقنيات جديدة عديدة.



الشكل 6.2: مبدأ الاتصالات في الأبنية

على العكس انتشرت الــAMPS عام 1983 بتقنيات جديدة عديدة وكانت الجودة جيدة جداً. كان الزبائن قادرين على استخدامها في تجارتهم مما برر فواتير هواتفهم. بدأت أسواق الهاتف الخليوي بالإقلاع. ورغم أن اليابانيين كانوا أول من نشر المنظومة الخليوية فإن السوق أقلع بالحقيقة بعد انتشار المنظومات في الولايات المتحدة والأجزاء الأخرى من شمال أمريكا.

13.2 قيمة أداة تنبؤ شدة الإشارة

تم تطوير تنبؤ شدة الإشارة المبكر من أجل الانتشار نقطة إلى نقطة من قبل K. Bullington، R. Young، وغيرهما. بعد أن نشر Y. Okumura ورقته عام 1969. بدأ المهندسون بالإدراك بأن شدة الإشارات المستقبلة في المناطق المأهولة مختلفة عن تلك في الضواحي بسبب اختلاف تأثير المنشآت من صنع الإنسان. استحدث W.C.Y Lee نموذج تنبؤ لتصميم منظومة خليوية من أجل تغطية جيدة ومناولة ناجحة اعتماداً على معلومات تركيبة التضاريس/8/. طورت أداة تنبؤ في مخابر بل دعيت بتقدير تغطية منطقة (ACE: Area Coverage Estimation) اعتماداً على نموذج لي (Lee). عدِّل برنامج الـــACE فيما بعد وسمي من جديد بمنظومة تصميم متنقلة متقدمة (ADMS: Advanced Mobile Design System) ساعدت هذه الأداة جميع شركات بل الاقليمية (RBOCs: Regional Bell Operating Companies) في نشر منظوماتهم الخليوية بين عامي 1983 و1985. كان قياس أول خلية ثمانية أميال كنصف قطر. لم يكن اختيار الموقع المناسب سهلاً. إن تخطيط منظومة منتشرة بدون الـــACE للحصول على معطيات قياس قد يكون مضيعة للوقت. وإن التحليل من معطيات التنبؤ باستخدام الأداة ممكن لتحديد مواقع الخلايا. كانت كلفة وزمن تأخير استخدام طريقة القياس كبيرة إلى حد دعا إلى تبنـــي أداة التنبؤ. إن أداة تنبؤ الخلية الميكروية مهم جداً. وإن نشر الخلايا الميكروية في مواقع مناسبة أمر حاسم للكلفة وأمور التداخل. ولقد نُشرت عدة أدوات تنبؤ لخلايا ميكروية.

قد لا تكون أداة التنبؤ لداخل المبانـــي مفيدة، نظراً لاختلاف بنية الأبنية عن بعضها. إذ إن لكل طابق توزيع مختلف. على كل أداة تنبؤ أن ترقم (digitize) مساحة الطابق وتدخل مواد البناء ومن ثم رسم خريطة التغطية المتنبأ بها لكل طابق. {*يعتمد تنبؤ شدة الإشارة على إحصائيات، وللتنبؤ الميكروي (ضمن الأبنية) قاعدة معطيات (data base) صغيرة لتشكيل طبيعة إحصائية. وغالباً ما تكون التغطية المتنبأ بها لكل طابق بعيدة كلياً عن المعطيات المقاسة. من الأفضل فقط إجراء دورة (run) قياس لكل طابق وسوف تتوضح تغطية كل طابق*}.

يمكن تصحيح أو تبديل مجسات الهوائي ضمن الأبنية بسهولة. يمكن تخزين قاعدة المعطيات من أجل استخدام مستقبلي. لهذا لا حاجة تجارية بالحقيقة لأداة تنبؤ ضمن الأبنية. ما يلزم عوضاً عن ذلك هو عربة قياس يمكن تحريكها هنا وهناك مع وسيلة رسم للتغطية.

الاهتمام الأكاديمي والتجاري مختلف غالباً. إن أداة التنبؤ لداخل الأبنية اهتمام أكاديمي علاوة على الاهتمام التجاري. مع ذلك فقد طورت أداة تنبؤ بسيطة لداخل الأبنية لأغراض التقييم/9/ (estimation purposes).

14.2 تداخل القناة المتشاركة بالتردد قاتل

نحن نعلم بأن لكل دواء تأثير جانبي. ولا فرق في ذلك في منظومة خليوية.نحن نحاول إعادة استخدام نفس التردد في مواقع مختلفة لزيادة مردود الطيف. رغماً عن ذلك إن التداخل المتسبب من عدة ترددات أقنية متشاركة مسألة كبيرة نظراً لأن التضاريس ليست منبسطة دوماً وقيم النسب لـــ(*D/R*) المطلوبة ليست جيدة بما فيه الكفاية. عندما يكون قياس الخلية كبيراً مثل خلية بنصف قطر قدره (8) ميل فإن قاعدة (*D/R*) أسهل كثيراً في التطبيق. عندما تصبح الخلية صغيرة، لا يمكن اختيار موقع الخلية بصورة مناسبة بسبب الوضعية الفعلية (actual situation). يبدأ تداخل القناة المتشاركة بالظهور في المنظومة. إن تقسيم الخلية (cell splitting) تقنية مثالية لزيادة السعة، لكن وبسبب تنامي تداخل القناة المتشاركة بقوة لا يمكن التقيد بزيادة السعة بنسبة واحد إلى أربعة بتقسيم الخلية إلى أربعة أقسام صغيرة. يمكن زيادة النسبة (*D/R*) لتقليل تداخل القناة المتشاركة أكثر إلا أن (*D/R*) الأكبر يعنـــي سعة القناة الأقل لهذا نحاول الحفاظ على نسبة (*D/R*) صغيرة باستخدام تقنيات أخرى مثل تقنية القطاعات (sectorization) وإمالة الهوائي للأسفل وإدارة ترددية للخلية الميكروية والهوائيات الذكية سعياً لتخفيف تداخل القناة المتشاركة.

إن العنصر الرئيسي (key element) في المنظومة الخليوية هو تخفيض تداخل القناة المتشاركة والمجاورة (adjacent). من المفيد استخدام هوائيات موجهة وإمالة الهوائيات نحو الأسفل، وتخفيض قدرة الإرسال، وتضييق نطاق مرشحات الحافة (skirt filters) وهكذا، في طرف الإرسال. قد يكون حلماً لنا وضعية مثالية ما لتقليل التداخل بحيث تتصل المحطة

القاعدة مع المحطة المتنقلة بخط غير مرئي كما هو مبين في الشكل رقم (7.2). لقد أدركنا جميعاً بأن لا وجود للتداخل في الإرسال السلكي بين نهايتين. لهذا دعنا دوماً نعمل باتجاه هذه الوضعية المثالية باستخدام أفكار ووسائل جديدة.

15.2 تغطية (39) مقابل (32) ديسيبل ميكرو

استخدمت الـ FCC شدة إشارة مستقبلة محددة لحد (boundary) التغطية والتـي كانت (39) ديسيبل ميكرو (الديسيبل هو μV/m) حتـى عام 1989. دعيت في كتاب "منظومات اتصالات متنقلة"/10/ لـ(W.C.Y Lee)، بالمقطع (6.6.7): "بحد (39) ديسيبل ميكرو وحد (31) ديسيبل ميكرو". يؤكد لي في هذا المقطع بأن حد الخلية أو المناولة معتمد بالحقيقة على الجودة الكلامية أي نسبة الحامل إلى الضجيج C/N وتساوي (18) ديسيبل أي بمستوى يفوق ضجيج المحيط الـ(−118 dBm) أي تساوي (−100dBm). هناك تحويل للـ dBm إلى الــdBμ (ديسيبل بالميكروفولت/متر) مبنـي على توافق (matching) هوائي أحادي القطب monopole مع حمل (50) أوم عند التردد (850) ميغاهرتز*.

إن مستوى الـ(−100 dBm) هو (32) ديسيبل ميكرو لذلك فإن حد خلية الـ(FCC) بـ (39) ديسيبل ميكرو أو (−97dBm) هو (7) ديسيبل أعلى من المستوى الذي توفره المنظومة. لهذا أثبت حد خلية بـ(32) ديسيبل ميكرو أو (−100dBm) في كونه كافياً لتغطية خلية. وضعت الـ(FCC) عام 1992 قاعدة بأن التبدل في حد الخلية هو من (39) ديسيبل ميكرو إلى (32) ديسيبل ميكرو. إن مزيتا استخدام كونتور الـ (32) ديسيبل/10/ انظر الشكل رقم (8.2) هما أولاً: الحاجة لعدد أقل من مواقع الخلايا لتغطية منطقة في طور النمو (a growth area) كما هو مبين في الشكل رقم (8.2آ) وثانياً: أقل تأثراً بالتداخل عند الحد كما هو مبين

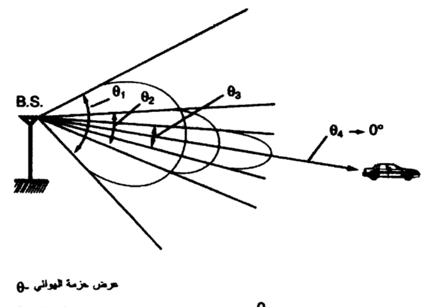
---

* المترجم:

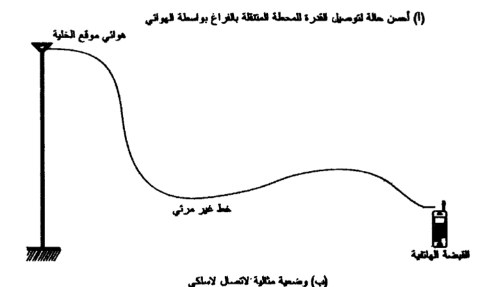
الـ $\text{dBm} = 10\log_{10}\frac{\text{mw(p)}}{1\text{mw}}$

الـ $\text{db}\mu = 20\log_{10}\frac{\mu\text{v/m}}{1\mu\text{v/m}}$ والتحويل بينهما توافق هوائي مع 50 أوم لا اتجاهي عند التردد 850 ميغاهيرتز.

في الشكل (8-2 ب). إن حد (32) ديسيبل لمنطقة إحصائية سكانية (MSA: Metropolitan Statistical Area) أو منطقة خدمة ريفية (RSA: Rural Service Area) هو تشغيل مناسب في مقابل حد قدرة (39) ديسيبل ميكرو الذي هو قيمة اصطناعية (artificial value).



(أ) أحسن حالة لتوصيل القدرة للمحطة المتنقلة بالفراغ بواسطة الهوائي

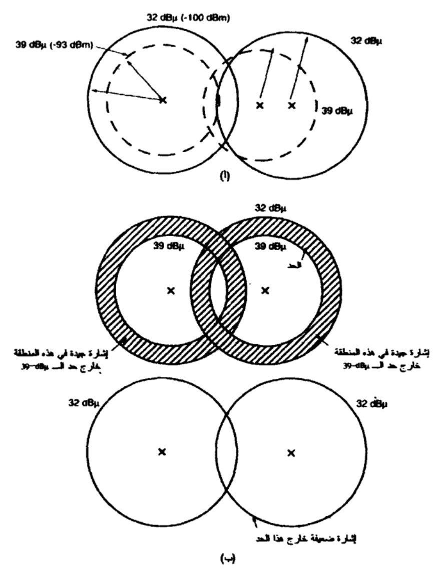


(ب) وضعية مثالية لاتصال لاسلكي

الشكل 7.2: فكرة نظرية لتقليل التداخل

16.2 مزايا طرق التنوع

لقد وجدنا بأن طرق التنوع في ظروف التنقل وليس استخدام الهوائيات الموجهة/11/ (أنظر المقطع 1.9.5) هي القادرة على تقليل خفوت تعدد المسار بكفاءة. هناك عدة طرق للتنوع: تنوع فراغي (space diversity)/12/ باستخدام هوائيات مفصولة عن بعضها البعض،



الشكل 8.2: الميزة الرئيسية لكونتور 32 ديسيبل ميكرو

تنوع عناصر (أو كثافة قدرة) حقل باستخدام مركبتـــي (E) و(H)/13-15/، تنوع استقطاب باستخدام موجات عمودية وأفقية الاستقطاب/16/، تنوع مساري **path diversity**/17/

وهكذا. إن ربح التنوع ليس ربحاً حقيقياً، تماماً مثل ربح الترميز ليس ربحاً حقيقياً وربح المعالجة في الطيف المنشور ليس ربحاً حقيقياً. إذا كان المحيط خالياً من الخفوت والتداخل فإن جميع الأرباح المذكورة أعلاه لا تتأثر بالإشارة. الأرباح الحقيقية هي ربح الهوائي وربح المضخم وهكذا، مع ذلك يساعد ربح التنوع في تقليل متطلبات قدرة الإرسال لنفس التغطية، وفي تقليل معدل خطأ الدفقة للتشوير وإرسال المعطيات وفي تقليل مدى التأخر الزمنـــي لمعطيات عالية السرعة. يستخدم التنوع بصورة عامة في نهايتـــي الاستقبال عند المحطة القاعدة والمتنقلة (أو الأجهزة المحمولة باليد). يعود السبب في ذلك إلى أن تنوع الاستقبال لا يولد أي ضجيج إضافي للمستخدمين الآخرين لكنه يعزز أداء استقباله. اقترح حديثاً تنوعاً للإرسال: إرسال إشارة بمركبتيـــن متعامدتيـــن على هوائيـــي إرسال (انظر الشكل رقم 15.7).يبسط تنوع الإرسال في محطة القاعدة الجهاز المحمول باليد، لكن سيئته في أن تنوع الإرسال يقسم قدرة الخرج بين منظومة هوائيين مما يولد تنـــزيلاً للقدرة بمقدار 3 ديسيبل في قدرة الإرسال وبالمقارنة مع تنوع الاستقبال لا يوجد تنـــزيل (degradation). لتنوع الإرسال والاستقطاب نفس المسألة إذ يحتاج تنوع الاستقطاب لإرسال موجتين باستقطاب مختلف من هوائيين. لقد كان تنـــزيل استطاعة الإرسال بمقدار 3 ديسيبل السبب في استبعاد تباعد الاستقطاب عام 1974.

17.2 مراجع REFERENCES

1.CCIR Report 719-1 Attenuation by Atmospheric Gases, CCIR XV Plenary Assembly, Geneva 1982, Vol. V.

2.W. C. Y. Lee, *Mobile Communication Design Fundamentals*, 2d ed., New York: John Wiley, 1993. Pp.345-349.

3. D. C. Cox and R. P. Leck, "Distribution of Multipath Delay Spread and Average Excess Delay for 910 MHz Urban Mobile Radio Paths," *IEEE Trans. Antenna Prop.* Vol 23, March 1995, pp. 206-213.

4. A. D. Spaulding, "The Determination of Received Noise Levels from Vehicular Traffic Stations, " *IEEE Nat. Telecomm. Conf. Record.* 19D-1-7, December 1972.

5. Bell Labs, "High-Capacity Mobile Telecommunications System Developmental System Reports" No. 1-No. 8 published every 3 months from March 1977 to March 1979, submitted to FCC.

6. W. C. Y. Lee,"The Advantages of Using Repetitution Code in Mobile Radio Communications," 1986 IEEE Vehicular Technology Conference, May 22, 1986, Dallas, Texas.
7. W. C. Y. Lee, *Mobile Cellular communications, Analoged Digital Systems,* 2d ed., New York: McGraw-Hill, 1995, pp. 594-598.
8. C. S. Phelan, Bell Lab Patent Attorney's letter, "A New Mobile Radio Propagation Model Case 39445-7," dated March 30, 1979. (See also Exhibit 1.B)
9. W. C. Y. Lee and David J. Y. Lee, "Computer-Implemented Inbuilding Prediction Modeling for Cellular Telephone Systems," U.S. Patent Office has granted a patent.
10. W. C. Y. Lee, *Mobile Cellular Telecommunication Systems,* New York: McGraw-Hill, 1989, pp. 229-231.
11. W. C. Y. Lee, "Preliminary Investigation of Mobile Radio Signal Fading Using Directional Antennas on the Mobile Unit," *IEEE Trans. Veh. Comm.*, vol. 15, no. 2, October 1966, pp. 8-15.
12. W. C. Y. Lee, "Antenna Spacing Requirement for a Mobile Radio Base-Station Diversity," *Bell System Technical Journal,* vol. 50, July-August 1971, pp. 1859-1874.
13. E. N. Gilbert, "Energy Reception for Mobile Radio," *Bell System Technical Journal,* vol. 44, October 1965, pp. 1779-1803.
14. W. C. Y. Lee, "Statistical Analysis of the Level Crossing and Duration of Fades of the Signal fron an Energy Density Mobile Radio Antenna," *Bell System Technical Journal,* vol. 46, February 1967, pp. 416-440.
15. W. C. Y. Lee, "An Energy Density Antenna Model for Independent Measurement of the Electric and Magnetic Fields," *Bell System Technical Journal,* vol. 46, September 1967, pp. 1587-1599.
16. W. C. Y. Lee and Y. S. Yeh, "Polarization Diversity System for Mobile Radio," *IEEE Trans. Comm.*, vol. 20, no. 5, October 1972, pp. 912-923.
17. A. Salmasi and K. S. Gilhousen, "On the System Design Aspects of Code Division Multiple Access Applied to Digital Cellular and Personal Communications Networks," IEEE VTC '91 Conference Record, St. Louis, May 19-22, 1991, pp. 57-62.
18. W. C. Y. Lee, "Inbuilding Telephone Communication System," U.S. Patent Office, No.5,439,631, Sept. 20, 1994.

الفصل الثالث

كيفية تقييم طيف ـــ منظومة كفؤة

1.3 مسألة الطلب والسعة

2.3 كيفية حساب السعة الراديوية لمنظومات خليوية تماثلية

3.3 لماذا اختيرت في السبعينات منظومة FM وليس AM أو رقمية؟

4.3 لماذا لا توفر الأقنية ضيقة النطاق (حزمة وحيدة الجانب) سعة عالية؟

5.3 كيفية حساب السعة الراديوية للخليوي الرقمي

6.3 متطلبات منظومة رقمية من ARTS: Advanced Radio Technology Subcommittee

7.3 لماذا اختيرت منظومة الـــTDMA للمنظومة الرقمية؟

8.3 تقييم منظومة كفوءة الطيف للـــ (WLL)

9.3 تقييم منظومة كفوءة الطيف لأجل منظومة ساتلية متنقلة (MSS)

10.3 الخلية الميكروية الذكية ومفاهيم تبديل Beam Switching حزمة الهوائي

11.3 عدة طرق تعديل من أجل مواضيع السعة

12.3 الفوكودرات Vocoders (المرمزات الصوتية)

13.3 منظومة معدل معطيات عالي (HDR: High Data Rate)

14.3 وضوح، تغطية، سعة ونسبة (قدرة حامل/قدرة تداخل) (C/Is)

15.3 مراجع

1.3 مسألة الطلب والسعة

في هذا المجال المتنامي بسرعة تُحسِّنُ صناعة اتصالات الراديو أداء المنظومة بتقديم تقانات جديدة باستمرار، وبهذا يستفيد المستخدمون من الأداء ولكنهم غير مهتمين بالتقانة، وهمهم فقط في مزايا الخدمة ومقاييس الطرفية والثمن. يجب أن تكون جودة الكلام و أداء المنظومة مقبولةً لهم.

تتناسب جودة الكلام وأداء المنظومة عكساً مع مطلب الخدمة وسعة المنظومة، خاصة في خدمات اتصالات عريضة النطاق. مطلب خدمة أعلى هنا قد تعنـــي توازناً بجودة منظومة أقل.

سيتعب المستخدمون النهائيون (end users) سريعاً من سوء الجودة أو أداء المنظومة في منظومات لاسلكية متقدمة إذا كان تنسيق الطيف غير كفوء من قبل الـــFCC. إلى جانب ذلك إن لسياسة FCC في تنسيق الطيف والمشاركة فيه تأثيراً كبيراً على الطلب وسعة الأسواق.

لقد غدت براعة تنسيق منظومة ما للـــFCC أقل تقييداً. إذ أن لرابحي مزاد البراعة مرونةً كبيرةً في استخدام طيفها. بإمكانهم حتى بيع جزء من الطيف المُمَلَّكْ لهم. إن تأثير مسألة التداخل على الطلب والسعة لن يكون على منظومتهم فحسب ولكن على المنظومات المجاورة أيضاً.

تعزز سياسة تقاسم الطيف بعض المغامرين ممن لا يمتلكون دعماً مالياً كافياً للحصول على الطيف من خلال المزاد ويتبعون وسيلةً(طريقةً) قليلة الكلفة لاستخدام تجهيزات منظومة خليوية قائمة بالطيف الخليوي لتشغيل خدمتهم. يتعامل الطيف الخليوي باستمرار مع الطلب والسعة مع منظومته الخاصة كلما استمر ازدياد عدد المشتركين.على مشغلي الخليوي الآن أن يبذلوا جهداً أكبر في الانتباه والحذر من غرباء يتقاسمون الطيف.

2.3 كيفية حساب السعة الراديوية لمنظومات خليوية تماثلية/1/

تقاس السعة الراديوية للمنظومات الخليوية بعدد الأقنية لكل خلية لكل 1 ميغاهرتز

$$m = \frac{M}{K} \quad \text{قناة/خلية /ميغاهرتز} \qquad [1.3]$$

حيث أن M العدد الكلي للأقنية في ميغاهرتز واحد. في الـ(FDMA) و(TDMA) إن M رقم معروف. في الـAMPS تساوي M لـ 395/12.5 - 31.6 قناة لكل ميغاهرتز. إن الرقم 395 هو العدد الكلي لأقنية الـAMPS. أما K فهو معامل إعادة استخدام التردد تم التعبير عنه في المقطع (3.1). إن K مرتبطة مع النسبة (D/R) وبالتالي مع (C/I) (نسبة الحامل إلى التداخل)

$$\left(\frac{C}{I}\right) = \frac{(D/R)^4}{6} \qquad [2.3]$$

تعتمد المعادلة [2.3] على ستة متداخلين كما هو مبين في الشكل رقم (1.1). يمكن استخدام المعادلة [2.3] للنمطين (FDMA) و(TDMA) لكن ليس للـ(CDMA). تتحدد (C/I) المطلوبة بالجودة الكلامية أو أداء المعطيات. تساوي النسبة (C/I)s في منظومة الـ (AMPS)التماثلية لـ(63) وهي (18) ديسيبل لندع الـ (D/R)s تكون معتمدة على (C/I)s

$$\left(\frac{D}{R}\right)_s = \sqrt[4]{6\left(\frac{C}{I}\right)_s} \qquad [3.3]$$

$$K = \frac{1}{3}\left(\frac{D}{R}\right)_s^2 = \sqrt{\frac{2}{3}\left(\frac{C}{I}\right)_s} \qquad [4.3]$$

K يجب أن يكون عدداً صحيحاً[1] مثل ......,4،7،9،11،13 وتصبح المعادلة [1.3] على الشكل:

$$m = \frac{M}{\sqrt{\frac{2}{3}(C/I)_s}}$$

ومن أجل

$$\left(\frac{C}{I}\right)_s = 63 \qquad [5.3]$$

$$K = \sqrt{\frac{2}{3} \times 63} = 6.48 \approx 7$$

بتعويض K=7 بالمعادلة [1.3] وأخذ 33.3 قناة تماثلية في الـ1 ميغاهرتز، يمكن الحصول

على السعة الراديوية لـــm كما يلي:

$$m = \frac{33.3}{K} = \frac{33.3}{7} = 4.7$$ قناة/خلية/ميغاهرتز

يمكن تعريف M بالمعادلة [5.3] على أنها عدد أقنية الحركة في (1) ميغاهرتز:

$$M = \frac{B_t}{B_c} = 1\ \text{MHz}/B_c \qquad [6.3]$$

ويمكن التعبير عن المعادلة [5.3] بـــ:

$$m = \frac{1\ \text{MHz}}{B_c\sqrt{\frac{2}{3}\left(\frac{C}{I}\right)_s}} \qquad [7.3]$$

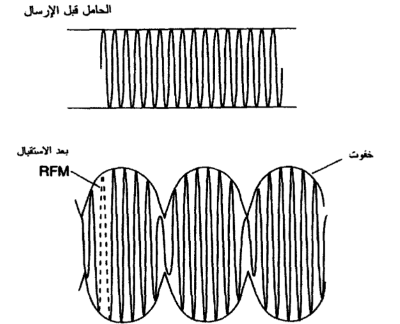
حيث أن قيمة $(C/I)_S$ الواردة في المعادلة [7.3] هي قيمة خطية وليست بالديسيبل.

3.3 لماذا اختيرت في السبعينيات منظومة FM وليس AM أو رقمية؟

اختير التعديل الترددي FM بدلاً عن التعديل التماثلي AM (التعديل المطالي) بسبب الحاجة إلى إشارة معدّلة ذات مطال غلاف ثابت. للتعديل الترددي مطال غلاف ثابت. وكما يتبين لنا من الشكل رقم (1.3) يتأثر مطال إشارة حامل غير معدلة في حالة إرساله عبر الوسط الراديوي المتنقل.

يتبدل مطال الحامل بسبب خفوت تعدد المسار .يتأثر تردد الحامل أيضاً بضجيج تعديل ترددي ناتج عن الوسط. إن إرتعاشات Jitters (صفر إلى 200 هرتز) التردد بواسطة ضجيج تعديل ترددي عشوائي (RFM: Random Frequency Modulation) ناتج عن سير المحطة المتنقلة، وتردده هذا أقل كثيراً من التردد الكلامي ويمكن إهماله. لا يمكن تعديل غلاف إشارة الحامل قبل الإرسال بإشارة المعلومات بسبب تبدل الغلاف دوماً عبر وسط الراديو المتنقل. وإلا لن نستطيع التمييز بسهولة أي جزء من الإشارة هو المعلومات وأي جزء هو التبدل الناتج عن وسط تعدد المسارات عند استقبال إشارة راديو متنقل. لهذا السبب إن التعديل الترددي هو التعديل المثالي نظراً لأن إشارة المعلومات تعدل التردد وليس الغلاف كما هو مبين في الشكل (2.3).

لم يتم اختيار المنظومة الرقمية في السبعينيات لأن التقانة الرقمية كانت مكلفة جداً. نُفذ بحث الكلام الرقمي في السبعينيات في مخابر بل للمنظومة الراديوية المتنقلة. اخترع الكلام الرقمي من أجل الاتصال اللاسلكي باستخدام التعديل النبضي المرمز المعدل (PCM: Pulse Code Modulation) كان معدل المعطيات للـPCM مساوٍ لـ 64كيلوبت/ثانية. إن على عرض نطاق القناة أن يساوي (64) كيلوهرتز لإمرار قناة PCM وهذا نطاق عريض جداً لقناة راديو متنقل. لهذا تم إدخال تعديل نبضي مرمز تفاضلي DPCM (D: differential) وتعديل دلتا (DM: Delta Modulation). وقد أخذت الفعالية التجريبية لترميز كلام بـ (32) و(20) كيلوبت/ثانية مكانها. كانت الجودة الكلامية جيدة في ذلك الوقت وبالرغم من أن التقانة الرقمية لم تكن ناضجة بعد كما كانت الكلفة عالية ورغماً من أن الوقت لم يكن مناسباً فقد عرف المهندسون بأنه يتوجب على المنظومة الرقمية أن تكون المنظومة المناسبة للراديو المتنقل. أخذت الصناعة الأوروبية بعد عشر سنوات القيادة مطورة منظومتها الرقمية المدعوة بالـGSM. وأصبحت أول جيل ثانـي لمنظومة خليوية.



الشكل 1.3: رسم يبين حامل واضح (للأعلى) وإفساده في وسط راديوي متنقل (للأسفل)

4.3 لماذا لا توفر الأقنية ضيقة النطاق (حزمة وحيدة الجانب) سعة عالية؟

في عام 1985 كان لصناعة الخليوي مجموعة شركات منتجة وعديد من الجامعيين ناقشوا لماذا كان على الـــAMPS أن تستخدم عرض نطاق قدره (30) كيلوهرتز للقناة الكلامية. يمكن لقناة (30) كيلوهرتز بتعديل ترددي (FM) أن تقسم إلى ستة أقنية وحيدة الجانب كل منها ذات عرض نطاق قدره (5) كيلوهرتز عندئذ تصبح سعة القناة لمنظومة (SSB) أكبر بستة مرات من سعة منظومة (FM). مبدئياً إن الـــ(SSB)، هو الاختيار الصحيح لأنه يوفر التعديل الأكثر كفاءة بالطيف. إن منظومة اتصالات بخط نظر مثل وصلات الميكروييف أو اتصالات السواتل قادرة على الاستفادة من استخدام الـــ(SSB)، لكنه في وسط راديوي متنقل إن الـــ SSB تعديل غير مناسب للسببين التاليين:

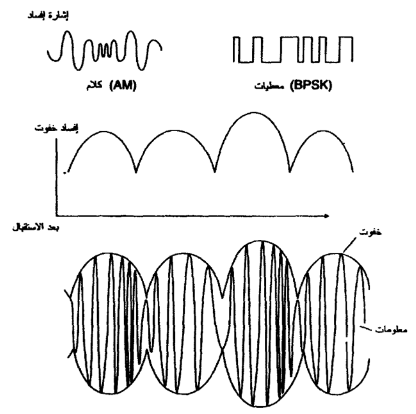
1. الـــ SSB تعديل مطالي. والتعديل المثالي لوسط راديوي متنقل هو التعديل ذو مطال غلاف ثابت.
2. إن الـــSSB غير مبرهنة لتكون تعديل مردود الطيف الأفضل في منظومة خليوية. دعي "لي" في الثانـــي من آب (أغسطس) لعام 1985 من قبل الـــ FCC لإعطاء محاضرة خاصة حول مردود الطيف – مقارنة بين التعديل الترددي والحزمة الوحيدة الجانب في الأنظمة المتنقلة الخليوية/2/ (انظر المستند 3A)

إن السبب في أن تعديل الـــSSB ليس تعديل مردود الطيف الأفضل هو كما يلي: يستخدم للحصول على قناة بجودة كلامية جيدة معاملان: عرض نطاق القناة Bc ونسبة الحامل إلى التداخل $(C/I)_s$. عندما تقلل B تزداد النسبة $(C/I)_s$. ونظراً لأن بنية شكل موجة إشارة المنظومة التماثلية غير متبدلة فإن العلاقة بين Bc و$(C/I)_s$ ثابتة أي:

$$\left(\frac{C}{I}\right)_s \cdot B_c^2 = \text{ثابت} \qquad [8.3]$$

يمكن الحصول على المعادلة [8.3] من المعادلة [7.3]. إنها علاقة نظرية. يمكن الحكم على جودة الكلام في كل منظومة بالأذن البشرية. من أجل الـــSSB، عندما تكون $B_C = 5$ kHz كيلوهرتز فإن $(C/I)_S$ الخاصة بها تحتاج لأن تكون (38) ديسيبل من أجل صوت يتمتع بجودة

مكالمة بعيدة (tall). يبين الجدول رقم 1.3 مقارنة بين إشارة SSB بعرض نطاق قدره (5) كيلوهرتز مع إشارة FM بعرض نطاق قدره (30) كيلوهرتز.



الشكل 2.3: استخدام التعديل الترددي FM لإشارة المعلومات والتـــي تعدل تردد الحامل وليس مطاله

نجد من الجدول (1.3) بأن السعة الراديوية لمنظومة (SSB) أقل من الـــ(FM) نظراً لأن متطلبات الفصل لقناة متشاركة بدلالة نصف قطر الخلية R في حالة منظومة الـــ(FM) هو (4.6 R) فقط، بينما تساوي لـــ(14 R) في حالة الـــSSB. إن على منظومة الـــFM أن يكون لها تجمع (عنقود) من سبعة خلايا بينما يقابله تجمع من 64 خلية في حالة الـــSSB. على كل خلية في منظومة الـــFM أن يكون لها مجموعة ترددات مختلفة وبالتالي يوجد 7/ 33.3 = 4.15 قناة لكل خلية لكل ميغاهرتز. وعلى كل خلية في منظومة SSB أن يكون لها مجموعة ترددات مختلفة وبالتالي يوجد 200/64 = 3.12 قناة لكل خلية لكل ميغاهرتز. في هذه الحالة إن سعة الـــSSB أقل من سعة منظومة الـــFM والمقارنة بين 3.12 مع 4.75 مبينة في الجدول (1.3).

الجدول 1.3

	لأقنية حركة $M\#$	ديسيل (C/I)	K	$(D/R)_S$	M
FM	33.3	18	7	4.6	4.75
SSB	200	38	64	14	3.12

إعلان للعموم

وكالة الاتصالات الفيدرالية
1919 M STREET N.W
واشنطن دي. سي 20554

معلومات أوساط إخبارية 7674-254/202 فهرسة مسجلة لنصوص وأذون نشر 632-0002/202

18 يوليو 1985

محاضرة حول مردود الطيف .مقارنة بين الـFM والـSSB في المنظومات الخليوية المتنقلة. سيرعى مكتب العلم والتقانة محاضرة (Tutorial) في 2 أغسطس الساعة 2.00 بعد الظهر في قاعة احتماعات الوكالة رقم 856 بالعنوان 1919 M Street N.W, Washington DC حول "مردود الطيف: مقارنة بين الـFM والـSSB في المنظومات الخليوية المتنقلة" سيلقي المحاضرة الدكتور (William C.Y Lee) نائب الرئيس لتخطيط التقنية والتطوير لدى شركات (Pactel Mobile)

يتضمن مفهوم مردود الطيف الكلي أكثر من نطاق الإشارة الاسمي فقط. التغطية، مسافة إعادة استخدام القناة المتشاركة، مواصفات القناة المجاورة، وربما عوامل أخرى مثل إدخال المعادلات: سيستكشف الدكتور Lee هذه العوامل وعلى الخصوص صفاتها بالجودة الكلامية لمنظومات راديوية خليوية متنقلة. لكن المفهوم مفيد أيضاً للمنظومات غير الخليوية.

الدكتور Lee مؤهل بشكل خاص لكي يطرق موضوع المردود الخليوي باعتبار أنه أوجد نموذج الانتشار في النطاق الترددي (UHF) – المستخدم بتطوير مخابر بل المبكر لتقانتها الخليوية. حمل شهادة البكالوريوس من (Chinese Naval Academy) والماجستير والدكتوراه بالهندسة الكهربائية من ولاية (Chio). الدكتور (Lee) مؤلف كتاب هندسة الاتصالات المتنقلة الذي نشر عام 1982 وله كتاب قادم هو مبادئ تصميم الاتصالات المتنقلة

جميع موظفي الـFCC وجميع العموم مدعوون للحضور

-FCC-

المستند 3A – إعلان FCC للعموم "محاضرة حول مردود الطيف"

5.3 كيفية حساب السعة الراديوية للخليوي الرقمي

لانتقاء منظومة رقمية جيدة. تحتاج الصناعة لإيجاد علاقة تستخدمها في حساب المنظومات الرقمية. في 20 آب (أغسطس) 1987 قدم مكتب العلم والتقانة للـــFCC :OST) Office of Science and Technology) مناظرة تثقيفية حول مستقبل الراديو الخليوي/3/. دعي مشغل واحد (Pactel) وثلاثة منتجين رئسيين AT&T، اريكسون، موتورولا (انظر المستند 3B). بيَّن W.C.Y Lee من (Pactel) بأن "عليك أن تعرف القاعدة قبل أن تلعب اللعبة". وصف علاقته التـــي وجدها حديثاً وشرح كيفية استخدامها لانتقاء منظومة رقمية جيدة في كلا تعدد النفاذ الـــFDMA والـــTDMA:

1. استخدام المعادلة [1.3]. وجدت هذه العلاقة حديثاً في عام 1987

$$m = \frac{1 \ \text{MHz}}{B_c \sqrt{\frac{2}{3}\left(\frac{C}{I}\right)_s}} \qquad [9.3]$$

يعطى عرض نطاق القناة Bc لكل منظومة مرشحة. يمكن الحصول على النسبة $(C/I)_S$ بضبط الجودة الكلامية على مستوى مقبول معياري: عادة عند (4) في علامة الرأي الوسطي (MOS: Mean Opinion Score). الآن لكل منظومة مرشحة عدد لـــB_c وآخر لـــ$(C/I)_S$.

2. نظراً لأن لكل منظومة عرض النطاق الخاص بها B_c والذي يختلف عن الأخرى فالأمر يحتاج لمعايرة (normalization). إن علاقة المعايرة مذكورة في المعادلة [8.3]. إن (C/I)SN هي النسبة (C/I) المعايرة والـــBcN هو عرض القناة المُعَاير:

$$\left(\frac{C}{I}\right)_s B_c^2 = \left(\frac{C}{I}\right)_{SN} \cdot B_{CN}^2 \qquad [10.3]$$

3. ضع في لائحة كافة النسب $(C/I)_{SN}$ الجديدة المطلوبة بعد المعايرة مع B_{CN}

المنظومة آ	$(C/I)_{SN1}$
المنظومة ب	$(C/I)_{SN2}$
المنظومة جـــ	$(C/I)_{SN3}$

إعلان للعموم

وكالة الاتصالات الفيدرالية
1919 M STREET N.W
واشنطن دي. سي 20554

استلمت في 26 آب 1987

معلومات أوساط إخبارية 632-5050/202   فهرسة مسجلة لنصوص وأذون نشر 632-5050/202

20 آب 1987

يقدم مكتب العلم والتقانة محاضرة حول مستقبل الراديو الخليوي

يسر مكتب الهندسة والتقانة تقديم محاضرة حول "مستقبل الراديو الخليوي" في 2 أيلول (سبتمبر) 1987 الساعة الواحدة والنصف بعد الظهر في قاعة اجتماعات الوكالة، القاعة 856، في العنوان 1919 M street N.W تحمل لوحة المحاضرة الأسماء: الدكتور William C.Y. Lee من Pactel Mobile والسيد Joran Hoff من Ericsson radio systems والسيد Jesse E. Russel من AT&T Bell Laboratories

- الدكتور Lee الذي ألقى محاضرة سابقاً حول "مردود منظومة خليوية" هو نائب رئيس التطوير وتخطيط التقانة لدى (Pactel Mobile). هو حائز على درجة البكالوريوس من (Taiwan Naval Academy) ودرجتـــي الماجستير والدكتوراه من جامعة ولاية Ohio . طور نموذج انتشار في النطاق UHF لمنظومة هاتف متنقل متقدمة عندما كان لدى مخابر بل.

- السيد Hoff حالياً مدير بحث المنظومات الخليوية والتطوير (عالمياً) لـــEricsson Radio System شغل هذا المنصب منذ عام 1982. شغل قبل عام 1982 عدة مناصب مع منظومات اريكسون الراديوية وبشكل رئيسي المتصلة مع هندسة المنظومات. يحمل درجة الماجستير بالالكترونيات والهندسة من معهد Chalmera للتكنولوجيا في Gothenburg, Sweden

- السيد Russel: كان قد سمي رئيساً لقسم تصميم البرمجيات الخليوية لدى مخابر بل عام 1984. كان مسؤولاً عن تطوير برامج الحاسب لتحكم عمليات محطات القاعدة الخليوية. أوكلت له مسؤولية التطوير لتعزيز البرمجيات والعتاد الحديث لمحطات القاعدة الخليوية. يحمل درجة البكالوريوس بالهندسة الكهربائية من جامعة ولاية Tannessee ودرجة الماجستير بالهندسة الكهربائية من stanford

- سيناقش أعضاء اللوحة مستقبل الراديو الخليوي من وجهة نظر كل منهما الفريدة. كان السيد Hoff يدير جهود اريكسون لمنظومة التقسيم الزمنـــي متعدد النفاذ الرقمي (TDMA) المشابهة لتلك المنظومة المستقبلية الخليوية الرقمية المختارة لكامل أوروبا-بينك مخابر (AT&T Bell) حديثاً مفهوم تقسيم تردد متعدد النفاذ الرقمي قادر على التلاؤم في الطيف الخليوي الحالي. الدكتور Lee في محاضرته المذكور أعلاه وفي مقالات عديدة بالصحافة المحترفة قد وصف فوائد التقانة الرقمية ذات النطاق العريض

العموم مدعوون للحضور

-FCC-

المستند 3B إعلان FCC للعموم، "مستقبل الراديو الخليوي"

4. قارن جميع النسب $(C/N)_{SN}$ بعد المعايرة. إذا وجدت بأن قيمة النسبة $(C/I)_{SN2}$ بحيث تحقق المتراجحة

$$(C/I)_{SN2} < (C/I)_{SN1} < (C/I)_{SN3}$$

عندئذ واعتماداً على المعادلة [9.3] فإن المنظومة (ب) لها أعلى سعة راديوية وهي المنظومة الأكثر كفاءة للطيف مقارنة مع المنظومتين (آ) و(ج).

6.3 متطلبات منظومة رقمية من (ARTS)

أدرك مشغلو الخليوي عام 1987 بأن منظومة الـــAMPS التماثلية غير قادرة على مواجهة النمو السريع للسوق. لذلك شكل اتحاد صناعة الاتصالات الخليوية (CTIA: Cellular Telecommunication Industry Association) لجنة فرعية دعيت باللجنة الفرعية لتقانة الراديو المتقدمة(ARTS: Advanced Radio Technology Subcommitte). كان للجنة الفرعية ثلاثة عشر مشغلاً متطوعاً (volunteer) بقيادة W.Lee من Pactel وDennis Rucker من Ameritech. كان الهدف إيجاد منظومة رقمية لسعة عالية. تم وضع المتطلبات المرغوبة للمستخدمين من قبل ARTS:

1. تساوي السعة المطلوبة عشرة أمثال سعة الـــAMPS
2. أدرج اقتراح W.Lee بالحصول على جهاز محمول باليد بنمط عمل مزدوج (dual mode) في المتطلبات. ظهرت فكرة الجهاز المحمول بنمط مزدوج أولاً في صناعة الخليوي ثم عارضها البائعون.
3. تمت جدولة المنظومة الرقمية الجديدة بحيث تقدم للسوق في عام 1990
4. أن يكون استخدام المنظومة الرقمية للكلام فقط أولاً وليس لإرسال المعطيات. جاء ذلك من مسح للسوق دفع كلفته CTIA ونفذ من قبل (Booth Alan Hamilton) عام 1987.
5. لن يكون هناك تعديل في أقنية إقامة الاتصال المتوفرة باستخدام أقنية إقامة الاتصال التماثلية لتوصيل المكالمة لأقنية الكلام الرقمية أو التماثلية. لهذا لم تكن هناك حاجة لأقنية إقامة اتصال رقمية وقد كانت أبسط طريقة لتسريع زمن التطوير.
6. أن تستطيع التواجد مع الطيف التماثلي. لم تتمكن الـــFCC من تخصيص نطاق ترددي

جديد للخليوي الرقمي. بعدئذ أصبح التشغيل بتواجد مشترك للمنظومة AMPS والمنظومة الرقمية مشكلة. بدأت في عام 1987 هيئة معيار اتحاد صناعة الاتصالات(TIA) في تشكيل المجموعة TR 45.5 لتطوير منظومة رقمية خليوية وأخذت متطلبات ARTS كقاعدة توجهية لها.

في هذا الوقت اعتقدت معظم الصناعات بأن الـــFDMA سيكون الرابح للأسباب التالية:

1. هناك مجازفة صغيرة من تطوير منظومة رقمية تعمل بنمط الـــFDMA نظراً لأن المنظومة التماثلية كانت منظومة FDMA. سيكون للوسط الطبيعي المؤثر في منظومات الـــ FDMA الرقمية نتائج أداء مشابهة لمنظومة تماثلية تعمل بنمط الـــFM. وجد كثيرون من مصممي المنظومة بأن بإمكانهم استخدام المنظومة التماثلية FM للمنظومة الرقمية FDMA دون البحث عن قيم مجهولة لمعْلَمات جديدة (Parameters) لمنظومة TDMA عالية السعة في صناعة الراديو.
2. بالإمكان تجارياً تشغيلها في عام 1990 والذي كان بعد ثلاث سنوات تقريباً.
3. كان امتداد التأخير الزمنـــي (the time delay spread) في صناعة الراديو المتنقل صغيراً نسبياً لأجل معدل إرسال منخفض في منظومة FDMA.
4. كانت كلفة التطوير قليلة.
5. يمكن استخدام نفس القيمة لـــ18 = C/I (ديسيبل) لكلا المنظومتين التماثلية والـــFDMA، لهذا يمكن استخدام نفس موقع الخلية لكلا المنظومتين. وبالتالي تكون المنظومتان متشاركتين بالمواقع.
6. إن سعة الـــFDMA قادرة أن تكون أعلى من سعة الـــTDMA بسبب:

أ. تحتاج الـــTDMA لزمن حماية بين النوافذ الزمنية (guard time) وهو سقف إضافي يقلل السعة لا تحتاج الـــFDMA إليه.

ب. لا تحتاج الـــFDMA لنطاق حماية بين الأقنية لأنه لا توجد أقنية متجاورة عاملة في نفس القطاع أو الخلية في المنظومة الخليوية.

جـــ. يمكن تنفيذ المناولة في الـــFDMA بسهولة بنفس طريقة المنظومة التماثلية.

7.3 لماذا اختيرت منظومة الـTDMA للمنظومة الرقمية؟

عرضت AT&T بنجاح في تموز (يوليو) عام 1987 منظومة رقمية FDMA في شيكاغو. إن طريقة نفاذ الـFDMA واحدة للتماثلي والرقمي ونظراً لأن الـAMPS منظومة FDMA فإن كثيراً من المعاملات المقاسة ميدانياً للمنظومة التماثلية FDMA ممكنة الاستخدام للمنظومة الرقمية FDMA. استخدمت AT&T قناة بنطاق (10) كيلوهرتز للمنظومة FDMA الرقمية، كما استخدم معدل (8.3) كيلوبت/ثا للفوكودر (مرمز الكلام) من أجل الكلام. كانت الجودة جيدة حين اختبرت خارج شيكاغو في منطقة ضواحي. اقترحت فيما بعد لجنة الـ ARTS الفرعية لـ(CTIA) اعتماداً على عرض (AT&T) بأن عرض نطاق القناة الرقمية أو عرض نطاق القناة المكافئ يجب أن يكون (10) كيلوهرتز والـ(C/I) مساوية لـ(18) ديسيبل للمنظومة الرقمية الجديدة.

أرادت شركتان منتجتان عرض منظومتهما المقترحة. في أواخر عام 1987 عرضت شركة موتورولا منظومتها الـFDMA في (Santa Ana)، كاليفورنيا. وعرضت اريكسون منظومتها الـTDMA في لوس آنجلوس. كانت AT&T قد قامت بعرضها أبكر وشعرت بأنه ليس من الضروري أن تشارك بهذا العرض.

بالتوجه للعرض القادم، شعرت موتورولا بأن الـFDMA كانت المنظومة التي يتوجب انتقاؤها. أرادت الشركة التأثير على الصناعة أكثر بتقليل عرض نطاق القناة (10) كيلوهرتز إلى (7.5) كيلوهرتز. واستخدام فوكودرها المفحوص مخبرياً ذي الـ(6.2) كيلوبت للكلام. أرادت موتورولا أن تبين تقانات أفضل في عرضها مقابل ما قامت به الـAT&T

نظراً لأن تضييق عرض نطاق القناة لموتورولا كان مساوياً لثلثي عرض النطاق المقترح أصلاً كما أن الفوكودر غير ناضج كانت الجودة الكلامية غير مقبولة.

على الجانب الآخر إن اريكسون شركة أوروبية أرادت الفوز باقتراح منظومتها الـ TDMA. أولاً كانت الـGSM المنظومة الأوروبية المعيارية المستقبلية بنمط TDMA قيد التطوير. كان لاريكسون معرفة أفضل في تطوير الـTDMA. امتلكت الشركات المنتجة الأمريكية واليابانية خبرة أعظم في تطوير الـFDMA واستقرت على الـFDMA. نوقش سبب انتقاء الـFDMA في المقطع (6.3). عرفت اريكسون بأن هذا العرض كان فرصتها

الوحيدة لتصبح المنظومة المعيارية الرقمية الأمريكية. كانت اريكسون تستخدم عرض نطاق قناة قدره (30) كيلوهرتز للـــTDMA. اعتماداً على مطلب الحصول على قناة نافذة مكافئة قدرها (10) كيلوهرتز فإن من الواجب أن يوفر عرض النطاق (30) كيلوهرتز ثلاث نوافذ زمنية.

ومع ذلك قالت اريكسون بأن تنفيذ TDMA بثلاث نوافذ غير ممكن التحقيق في مثل هذا الوقت القصير. لهذا السبب نفذت قناة TDMA بنافذتين ضمن عرض نطاق قدره (30) كيلوهرتز. كان عرض النطاق المكافئ بعدئذ (15) كيلوهرتز وهو ضعف عرض نطاق موتورولا المساوي (7.5). استطاعت اريكسون أن تستخدم إنتاجها الناضج وهو فوكودر الـــ GSM والذي كان بمعدل قدره (13) كيلوبت/ثا بسبب أن قناة النافذة الزمنية المكافئة مساوٍ لـــ (15) كيلوهرتز. امتلك فوكودر الـــGSM ذو الـــ (13) كيلوبت/ثانية حيزاً كافياً عند إرساله عبر قناة نافذة زمنية قدرها (15) كيلوهرتز وليس قناة نافذة زمنية مساوية لـــ (10) كيلوهرتز. وفيما يلي مقارنة لمعلمات المنظومتين:

منظومة رقمية	عرض نطاق (كيلوهرتز)	فوكودر (كيلوبت/ثانية)
موتورولا FDMA	7.5	6.2 مفحوص مخبرياً
اريكسون TDMA	15	GSM 13

كانت الجودة الكلامية لمنظومة اريكسون عند الاستماع ضمن المركبة أفضل بكثير من منظومة موتورولا. ركز كثير من المستمعين الذين قارنوا المنظومتين على الجودة الكلامية وقالوا بأن الجودة الكلامية للـــTDMA كانت أفضل بكثير. لم يفهم الكثير من المشاركين لماذا كان عرض اريكسون أفضل. حتى أنه لم يهتم أحد بأن المقارنة لم تكن عادلة. توجه كل واحد في ذلك الوقت إلى الـــTDMA. فازت اريكسون باللعبة.

8.3 تقييم منظومة كفوءة الطيف للـــ(WLL)

منظومة العروة (الحلقة) المحلية اللاسلكية (WLL: The Wirless Local Loop System) هي منظومة ثابتة لاسلكية، نقطة ثابتة – إلى- نقطة ثابتة. إن الـــWLL مستخدمة للخدمات الهاتفية بدون توصيل خط سلكي. توضع وصلات (Links) الـــ(WLL) عادة أعلى من

الأرض كي يتوفر خط نظر (LOS: Line –Of– Sight). لهذا فإن الوصلات تكون في حالة خط نظر. تتناسب في حالة توفر خط نظر خسارة (فقد) الانتشار مع مقلوب مربع المسافة d^{-2} بدلاً من d^{-4} في حالة خسارة الراديو المتنقل. لهذا فإن ضياع الانتشار أقل. تستطيع حالة خط النظر (LOS) التأثير على المنظومة بثلاثة أمور:

1. يمكن للإشارة أن تنتشر مسافة أبعد بكثير بالخسارة المتناسبة مع d^{-2} عند قدرة إرسال معطاة
2. سيكون التداخل من قناة متشاركة بالتردد (cochannel) متجاورة أعلى في حالة خسارة مسار d^{-2} منه في حالة الـــ d^{-4}.
3. إن النسبة المطلوبة لمستوى $(C/I)_s$ في الـــWLL في حالة خفوت غير متعدد المسار أقل منها في حالة الخليوي

نأخذ هذه الاعتبارات الثلاث في حساباتنا للحصول على منظومة كفؤة الطيف من أجل الـــ WLL، يجب تطبيق إعادة استخدام التردد كما هو الحال في المنظومة الخليوية. لنفترض بأن هناك ستة متداخلين (Inteferers) كما هو مبين في الشكل رقم (3.3). إن الـــ(C/I) المستقبلة عند المكان المطلوب مبينة في المعادلة [11.3] (بستة متداخلين) وهي مختلفة عن معادلة المنظومة الخليوية [2.3]:

$$\frac{C}{I}=\frac{(D/R)^2}{6} \qquad [11.3]$$

يمكن أيضاً استخدام هوائيات موجهة في كلا النهايتين، لهذا من الممكن اختزال المعادلة [11-3] لتكون مع متداخل واحد فقط:

$$\frac{C}{I}=(D/R)^2 \qquad [12.3]$$

عندئذ السعة الراديوية للـــWLL، M_W هي:

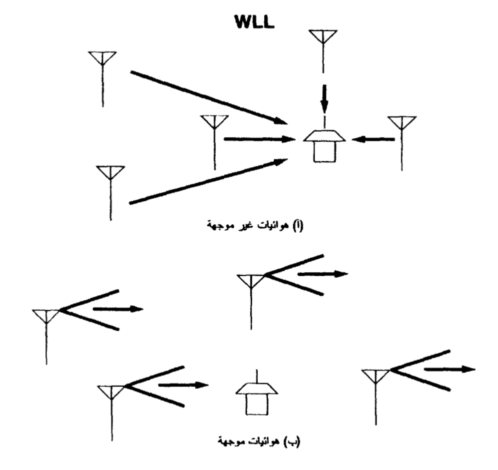
$$m_W=\frac{M}{\frac{1}{3}\left(\frac{D}{R}\right)^2}=\frac{M}{2(C/I)_s} \quad \text{ستة متداخلين}$$

$$=3\frac{M}{(C/I)_s} \quad \text{متداخل واحد} \qquad [13.3]$$

بمقارنة المعادلة [13.3] للـــ WLL ذات المتداخل الواحد مع المعادلة [5.3] لمنظومة خليوية ذات ستة متداخلين، إذا كانت (C/I)s واحدة في كلا المنظومتين:

$$\frac{m}{m_w} = \sqrt{\frac{(C/I)_s}{6}} \qquad [14.3]$$

ونظراً لأن $(C/I)_s$ أكبر من (10) دوماً فإن $m > m_w$، أي أن السعة الراديوية للـــWLL أقل من تلك للخليوي. لحسن الحظ إن $(C/I)_s$ لكلا المنظومتين مختلفتان:



الشكل 3.3: WLL

63 (=) 18 dB = (C/I)s لمنظومة خليوية في حالة خفوت متعدد المسار

10 (=) 10 dB = (C/I) لمنظومة WLL في حالة لا خفوت متعدد المسار

بتعويض هذين الرقمين في المعادلتين [5.3] و[13.3] على الترتيب تصبح النسبة m/m_w:

$$\frac{m}{m_w} = \frac{1}{3} \cdot \frac{10}{\sqrt{\frac{2}{3} \times 63}} = 0.51 \qquad [15.3]$$

أي أن السعة الراديوية للـــWLL (بمتداخل واحد) ضعف السعة الراديوية للخليوي

(بستة متداخلين).

9.3 تقييم منظومة كفوءة الطيف لأجل منظومة ساتلية متنقلة (MSS)/5/

يبين الشكل رقم (4.3) المدارات المستخدمة في الخدمة الساتلية المتنقلة (MSS: Mobile Satellite Servise) للحالات GEO، MEO، LEO. إن منظومات الـــ LEO (LEO: Low Earth Orbit) في طور البدء بالانتشار في الأسواق. والمواصفات الرئيسية لأستخدام منظومة (LEO) بالمقارنة مع MEO (Mid Earth Orbit) والـــ GEO (Geosynchronous Earth Orbit) لاتصالات السواتل المتنقلة مبينة في الجدول (2.3). إن مزايا استخدام الـــLEO هي:

1. مناسبة لأجهزة محمولة باليد منخفضة القدرة
2. ذات زمن وصول أقل للكلام
3. زيادة السعة الراديوية في طيفها المخصص كما هو مبين في الشكل (5.3)

الجدول 2.3: مواصفات ثلاثة أنواع من سواتل الاتصالات

نوع الساتل	ارتفاع الساتل	عدد السواتل الوسطي اللازم لتغطية عالمية	نطاق التشغيل* الترددي	قدرة جهاز المشترك	التأخير الزمنـــي	العمر التقديري للساتل
GEO	35.000كم	3	2.5-1.6 غيغاهرتز	قدرة كبيرة	¼ ثانية	15 عاماً
MED	10.000-5.000كم	10	2.5-1.6 غيغاهرتز	قدرة متوسطة	33-16.5 ميلي ثانية	10 أعوام
LEO	1.500-500كم	صغير – 20 كبير – 100	صغير– 150 ميغاهرتز كبير– 2.5-1.6غيغاهرتز	قدرة صغيرة	8-2.6 ميلي ثانية	5 أعوام

المزيتان الأولى والثانية ذاتيا التوضيح. المزية الأخيرة بحاجة إلى التطرق. تعتمد خسارة مسار الانتشار على خسارة الفراغ الحر نظراً لأن الوصلة (Link) الساتلية المتنقلة في حالة توفر خط نظر (LOS) في معظم الحالات. ونظراً لوجود (66) ساتلاً في منظومة الايريديوم

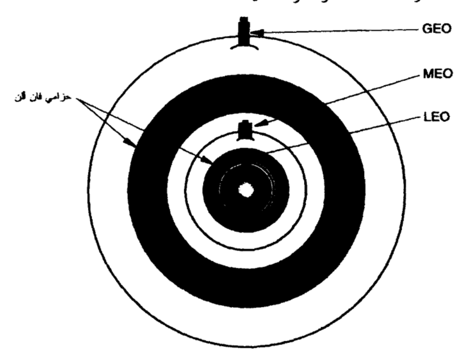
---

* ملاحظة للمترجم: النطاقات الترددية المذكورة هي للطرفيات المتنقلة

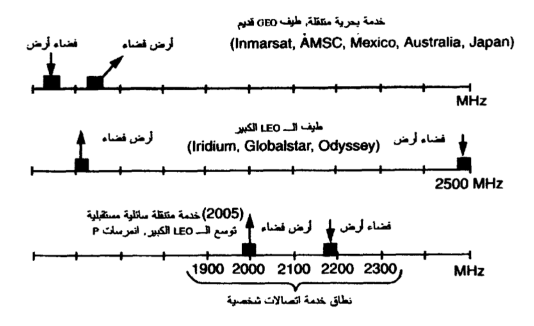
و(48) ساتلاً في منظومة غلوبال ستار يغطي كل ساتل 2% من سطح الكرة الأرضية. وباعتبار انخفاض ارتفاع المدار (900 كيلومتراً لمنظومة الايريديوم و1400 كيلومتراً لمنظومة الغلوبال ستار) فإن دورة واحدة لكل ساتل حول الأرض تستغرق أقل من ثلاث ساعات. فدورة واحدة لساتل من منظومة غلوبال ستار تستغرق 114 دقيقة. يمكن لكل ساتل أن يركب هوائياً متعدد الحزمة ويمكن اعتبار كل حزمة على أنها خلية. هناك 16 حزمة هوائي في منظومة الغلوبال ستار كما هو مبين في الشكل رقم (6.3)، وكل حزمة قادرة على تخديم (85) قناة. إن السعة الراديوية للغلوبال ستار هي:

حزمة خلية /قناة $m = 85$

ونظراً لأن كل حزمة قادرة على تغطية مساحة (625,000) كم^2 بنصف قطر قدره (446) كيلومتراً فإنها خلية حزمة ضخمة على الأرض. عندئذ هناك (0.014) قناة لكل (100) كم^2. جميع المنظومات المتنقلة الساتلية هي منظومات سعة راديوية منخفضة. لمنظومة الـــLEO سعة راديوية أعلى من سعة الـــMEO والـــGEO ولكنها تبقى غير كبيرة بشكل كاف لخدمة حركة منطقة مأهولة أو ضاحية.



الشكل 4.3: المدارات المستخدمة للخدمة الساتلية المتنقلة

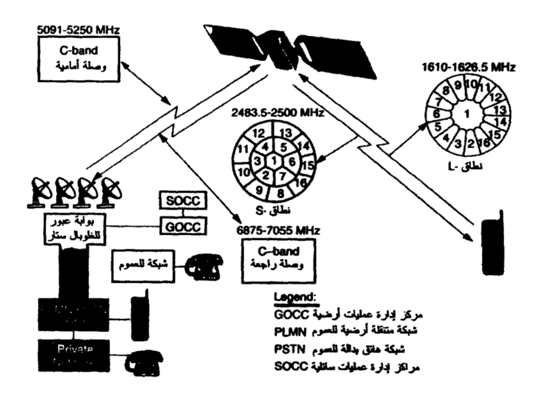


الشكل 5.3: النطاق المخصص لمنظومات* السواتل المتنقلة

يستخدم الـLEO لتعزيز تغطية وخدمة خليوية في مساحات حيث تكون التغطية الأرضية غالية جداً، أو أن بعض الزبائن بحاجة لتأمين مكالمات اضطرارية وليس لديهم أقنية متاحة من الخليوي.

هناك مفهوم مختلف واحد في تصميم منظومة LEO هو أن الخلية (موطئ قدم الحزمة) متحركة بسرعة كبيرة على الأرض كما هو مبين في الشكل رقم (7.3). تتحرك خلية الحزمة داخلة وخارجة خلال دقيقة واحدة تقريباً وتحتاج مكالمة مدتها ثلاث دقائق على الأقل لمناولتين (handoff).

* ملاحظة للمترجم: كان على جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الذي جرى في عام 2000 باستنبول بند يتعلق بالنطاقات الخاصة بخدمة اتصالات السواتل المتنقلة وقرارات المؤتمر شملت زيادة للنطاقات.



الشكل 6.3: مخطط تردد غلوبال ستار

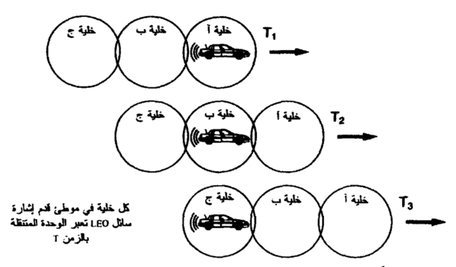
10.3 الخلية الميكروية الذكية ومفاهيم تبديل (switching) حزمة الهوائي

كما ذكرنا في المقطع (14.2) إن تداخل القناة المتشاركة قاتل لأداء منظومة ما. يكمن العلاج في تقليل التداخل بتسليم القدرة فقط إلى المحطة المتنقلة المعنية ضمن مساحة صغيرة ضيقة.

هناك مفهومان مستخدمان هما الخلية الميكروية وتبديل حزمة الهوائي (antenna beam switching)

1.10.3 مفهوم الخلية الميكروية الذكية Intelligent Microcell Concept

سجل Lee في عام 1988 لدى Pactel اختراعاً لمفهومه عن الخلية الميكروية والتي بإمكانها زيادة السعة مرتين ونصف زيادة على الـAMPS دون تغيير لمواصفة منظومة الـ (AMPS). منح Lee براءته في عام 1990/6/ كما منح براءة اختراع آخر عام 1991



الشكل 7.3: تتحرك الخلية بسرعة أكبر بكثير من الوحدات الخليوية المتنقلة

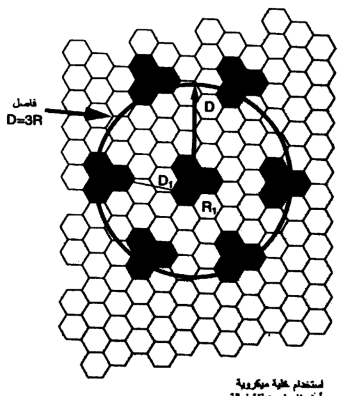
ونظراً لأن (Pactel) كانت فرعاً من (Pacific Telesis) التـــي كانت أحد أطفال Bell السبعة الصغار، كان على (Pactel) أن تطيع قيد قرار محكمة نهائي (MFJ: Modified Final Judgment) تم إصداره من قبل (DOJ) ونوقش في المقطع (2.5). بالتزامه بهذه القيود قام بتطوير خلية ميكروية ذات الفوائد التالية:

1. لا تبديل للبنية التحتية (infrastructure) لمحطة القاعدة (لا حاجة لطلب مساعدة البائعين (Vendors
2. لا مناولة بين الخلايا الميكروية
3. لا محطة قاعدة لدى كل خلية ميكروية، فقط مبدل منطقة (zone converter)
4. سهولة نشر وتركيب مبدل منطقة (مماثل لمحطة إعادة (same as a repeater
5. نفس الجودة الكلامية كما في مواصفة الــAMPS أو أفضل مع زيادة في السعة الراديوية على الأقل مرتين إلى مرتين ونصف

يعتمد المبدأ في جعل منظومة الخلية الميكروية الذكية تعمل على ما يلي: إن معامل إعادة استخدام التردد K (frequency reuse) في المنظومة الخليوية، المألوفة (Convention))، مستخدم لكلا الجودة الكلامية والسعة الراديوية. في منظومة الخلية الميكروية هذه يمكننا تقسيم K إلى اثنتين:K للجودة الكلامية وK أخرى للسعة الراديوية. إن K للجودة الكلامية هي نفسها للمنظومة AMPS، الــK للسعة الراديوية ممكنة التصغير من $K = 7$ إلى $K = 3$

وهذا يكافئ 2.33 مرة السعة الراديوية للـــAMPS

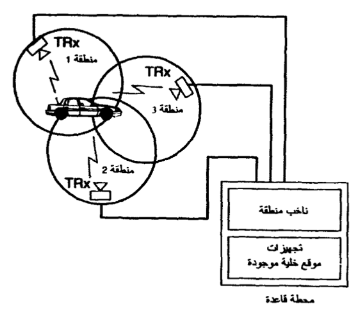
في الشكل (8.3) نعالج الخلية الميكروية، يخضع نصف قطر المنطقة (zone) R_1 والفاصل بين منطقتين فعاليتين D_1 للعلاقة $D_1/R_1 = 4.6$، اعتماداً على أن $C/I = 18$ dB أو $K = 7$ للجودة الكلامية. تحتوي كل خلية نظامية على ثلاث خلايا ميكروية أو (مناطق zones) كما هو مبين في الشكل رقم (9.3). إن نصف قطر الخلية النظامي R وفاصل الخلية D بين خليتين نظاميتين قادران على إحراز $D/R = 3$ والتـــي تؤدي لـــ $K=3$. وهذا يعنـــي زيادة بالسعة مرتين إلى مرتين ونصف.



الشكل 8.3: تطبيق سعة الخلية الميكروية

إن بنية منظومة الخلية الميكروية مبينة أيضاً في الشكل رقم (9.3). تصبح المنطقة فعالة

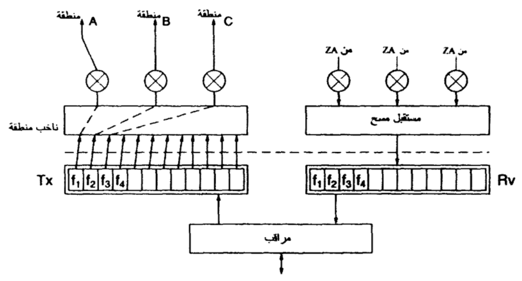
بفعل ناخب المنطقة اعتماداً على قياسات شدة الإشارة المستقبلة من المحطة المتنقلة بواسطة مستقبل المسح عند ناخب المنطقة كما هو مبين في الشكل (10.3). إذا كان هناك (60) محطة متنقلة متوضعة في ثلاث مناطق (zones)، يعرف ناخب المنطقة أين توجد هذه الـ (60) محطة متنقلة في المناطق الثلاث ويرسل ترددات الأقنية للمناطق المقابلة. عندما تتحرك محطة متنقلة فعالة من منطقة إلى منطقة مجاورة ضمن الخلية النظامية (regular) يحدث ببساطة فعل بدالة (switch) منطقة وليس مناولة. تأخذ عملية المناولة مكانها حالما تتحرك المحطة المتنقلة إلى أقليم خلية آخر (region).



الشكل 9.3: مفهوم الخلية الميكروية الأساسي لمنظومة خلية ميكروية

تكون المبدلات بشكل أزواج. هناك مبدلان عند موقع ناخب المنطقة مبدل للأعلى (up converter) ومبدل للأسفل (down converter). يستطيع المبدل تحويل التردد إما من (800) ميغاهرتز (خليوي) أو (1900) ميغاهرتز (PCS) إلى تردد ميكروي (18 أو 23) غيغاهرتز عبر راديو لاسلكي أو إلى تردد ضوئي عبر كابل ضوئي أو إلى تردد منخفض (حوالي 70 ميغاهرتز) عبر سلك رفيع. يستخدم مبدل للإرسال والآخر للاستقبال وهناك مبدلان أيضاً مزكبان في موقع المنطقة واحد للأعلى وآخر للأسفل. يحتاج تصميم مبدل إرسال إلى اهتمام أكثر قليلاً لأن الإشارات المستقبلة في موقع المنطقة من مختلف الأجهزة

المتنقلة مختلفة بسبب مواقعها. إن المجال الديناميكي لمبدل الإرسال في موقع المنطقة أكبر بكثير من ذلك في موقع ناخب المنطقة. أنتج المبدل الضوئي من قبل Allen Telecom وهو (مبين في الشكل 11.3) والمبدل الميكروي من قبل شركة 3dBm. انتشر هذان المبدلان في لوس آنجلوس وسان دييغو.



الشكل 10.3: تعديل ترتيبة التجهيزات لمنظومة خلية ميكروية

2.10.3 مفهوم تطبيق تبديل (switching) حزمة الهوائي /8/

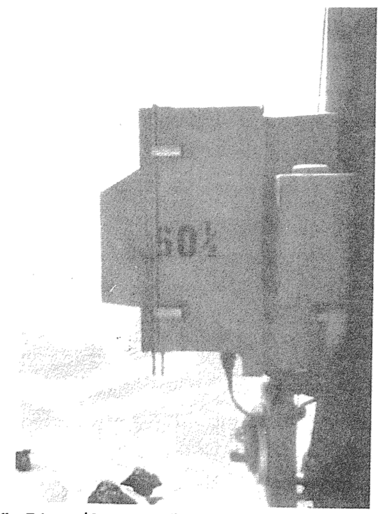
إن مفهوم استخدام هوائي بتبديل الحزمة من أجل السعة الراديوية هو نفسه مفهوم الخلية الميكروية الذكية. يحل محل المناطق الثلاث ثلاث حزم هوائي (antenna beams). ويحل محل ناخب المنطقة ناخب الحزمة (beam selector) نظراً لأن جميع حزم الهوائي الفرعية متشاركة بالموقع (colocated)، لا حاجة للحصول على المبدلات. يبين الشكل رقم (12.3) كلا المفهومين. يمكننا القول بأن استخدام مفهوم هوائي حزمة متبدلة هو ترتيب فرعي (subset) لمفهوم استخدام خلية ميكروية ذكية لزيادة سعة الراديو.

11.3 عدة طرق تعديل من أجل مواضيع السعة

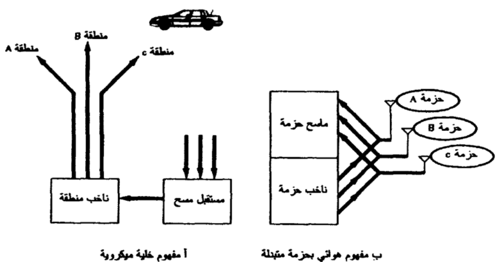
هناك ثلاث طرق تعديل لزيادة السعة تتم مناقشتها فيما يلي:

1.11.3 ترميز فراغي زمنـــي (.space-time coding (S.T[9]

الترميز الفراغي – الزمنـــي (.S.T) مفهوم جديد. تضم حالياً تعريشة (trellis) الترميز كلا من الترميز والتعديل لإنجاز ربح ترميز كبير بدون التضحية بمردود عرض النطاق. تستخدم مجموعة تشوير متعددة المستوى والطور للحصول على كوكبات (constellations) إشارات متعددة المطالات ومتعددة الأطوار. في الترميز الفراغي – الزمنـــي. يختار المرمز الفراغي – الزمنـــي ومن أجل كل رمز (symbol) نقاط الكوكبة لطريقة تعديل كي يرسلها في نفس الوقت من كل هوائي بحيث يكون ربح الترميز وربح التنوع diversity أعظم ما يمكن.



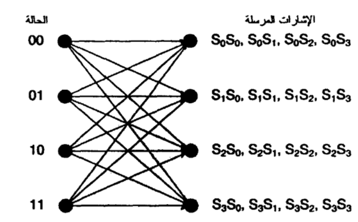
الشكل 11.3: مبدل ضوئي (تبديل تماثلي) مصنع من قبل Allen Telecom



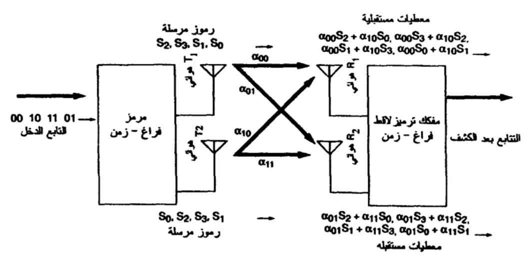
الشكل 12.3: مفهوم الخلية الميكروية مقابل مفهوم هوائي حزمة متبدلة (switching)

يحسِّن الترميز الفراغي – الزمنـــي أداء المنظومات الخليوية في الوصلة النازلة للـــCDMA بعدد محدود من الهوائيات في محطة القاعدة. لكل مشترك تتابع نشر خاص به (Individual Spreading Sequence) (زمن). ينضد التتابع الفريد على عدد من عناصر الهوائي المفصولة عن بعضها فراغياً (فراغ) مما يشكل ترميزاً فراغياً – زمنياً. لبناء ترميز فراغ – زمن بطريقة تعديل رباعي الأطوار QPSK، يعرّف ترميز التعريشة رباعي الحالة مع كوكبات الـــ QPSK (S_0, S_1, S_2, S_3) ترميزاً فراغياً – زمنياً لصفيف (array) إرسال من عنصرين كما هو في الشكل رقم (13.3). يوضح الشكل رقم (14.3) عمل المرمز ومفكك الترميز. لكلا هوائي الإرسال والاستقبال تشكيلة (صفيف) (array) هوائي بعنصرين. إن معاملات الخفوت $\alpha_{01}, \alpha_{10}, \alpha_{11}$ متحولات عشوائية مستقلة إحصائياً ومعروفة مسبقاً. يشع الهوائي T_1 رموز التعديل التالية $\{S_2, S_3, S_1, S_0\}$ كما يشع الهوائي T_2 الرموز $\{S_0, S_2, S_3, S_1\}$. يستقبل هوائيا المستقبل (R_1) و(R_2) معاملات الخفوت متراكبة (superposed) على هذه الرموز عبر الوسط وبالتالي سيستقبل اللاقط R_1 $(\alpha_{00}\ S_0 + \alpha_{10}\ S_1)$ من الهوائي T_1 و$(\alpha_{00}\ S_0 + \alpha_{11}\ S_1)$ من الهوائي T_2. إن الإشارات الملتقطة لكل هوائي مستقبل مبينة على الشكل رقم (14.3). يخفض مفكك الترميز إلى الحد الأدنى المسافة الإقليدسية (euclidean) بين المعطيات المستقبلة والرموز المرسلة بإيجاد المسار عبر التعريشة (trellis)/9/. يصلح هذا

الترميز لإرسال معطيات عالية السرعة. يحتاج الترميز الفراغي – الزمنـــي لهوائيات متعددة بينما لا يحتاج الترميز التوربينـــي المشروح في المقطع (12.7) لذلك. ومع هذا يستخدم الترميز التوربينـــي معالجات متعددة (multiple processor) بدلاً من الهوائيات المتعددة لفك ترميز المعلومات بسرعة. يرفع كلا الترميزين القيمة العظمى لربح التنوع لدى جهاز المشترك. يمكن في حالة ترميز الـــ(.S.T) هذا تقليل قدرة الإرسال بسبب مزودي ربح التنوع لدى المحطة المتنقلة. لهذا يختزل مستوى التداخل. يمكن للمسافة D بين قناتين متشاركتين أن تكون أصغر. وكذلك يمكن للنسبة D/R أن تكون أصغر. كما يمكن لمعامل إعادة استخدام التردد K أن يكون أصغر أيضاً، مما يؤدي بالسعة لأن تكون أكبر.



الشكل 13.3: تساعد حالة التعريشة الرباعية تعريف ترميز (فراغ زمن) لتشكيلة إرسال من عنصرين



الشكل 14.3: منظومة اتصالات باستخدام مرمز (فراغ – زمن)

2.11.3 تطبيق الـQAM (تعديل مطالي رباعي) (Quadrature Amplitude Modulation)

يمكن النظر للتعديل المطالي رباعي الطور على أنه من إبراق (تزرير: keying) إزاحة مطالية (ASK: Amplitude Shift Keying)وإبراق إزاحة طور (PSK: Phase Shift Keying). الـASK ليس تعديلاً بغلاف ذي مطال ثابت. ولكن الـPSK كذلك. يفسد الخفوت متعدد المسار غلاف الحامل في منظومة اتصالات متنقلة. لهذا يجب أن لا يتم تعديل المعلومات على الغلاف. مع ذلك إن التعديل QAM تعديل كفؤ الطيف. في نوع التعديل 16 QAM يمكن تمثيل كل أربعة بتات بواحدة من ستة عشر حالة في إشارة الإرسال، لهذا يختزل عرض النطاق الترددي المطلوب لكل قناة وبالتالي يزيد عدد أقنية الخدمة وتزداد بالنتيجة السعة الراديوية. وبالرغم من ذلك علينا أن نتأكد بأن التعديل QAM تعديل ملائم في وسط الإرسال قيد الاهتمام. إذا كان مستوى التداخل حول كل حالة من حالات الـQAM 16 عالياً فإنه لا يمكن كشف الحالة بصورة صحيحة وتظهر عندئذ الأخطاء/10/ لهذا فإن اختيار الـQAM 16 يجب أن يتم بحذر.

3.11.3 الموديم OFDM/11/

إن تنضيد تقسيم التردد التعامدي (OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) تقانة تعديل ترسل بها رموز المعلومات على التوازي عن طريق تطبيقها لعدد كبير من الحوامل الفرعية المتعامدة (المستقلة) (أشكال موجات). إن الميزة الجذابة في استخدام الـ(OFDM) هي بإمكانية التعبير عن التعديل في مجال ترددات منفصلة محددة (discrete frequency domain) بعد اجتيازها عملية تحويل إنه تعديل كفؤ القدرة يكون فيه تناثر القدرة خارج عرض النطاق الترددي أقل.

المفهوم العام هو أن التعديل وحيد الجانب (SSB) هو دوماً تعديل كفؤ الطيف للكلام. إلا أنه غير مناسب لمحيط تعدد المسارات. في حالتنا هذه تكون رموز المعلومات متشاركة بين عدد كبير من الترددات المنفصلة. يحمل كل تردد فرعي بضعة رموز بدلاً عن حامل يحمل جميع الرموز. إن تأثر إرسال الرموز عبر خفوت متعدد المسار في حالة حامل فرعي بمعدل منخفض صغير جداً. لهذا فإن مردود الطيف للـOFDM عال وبالتالي فإن السعة الراديوية تزداد.

12.3 الفوكودرات VOCODERS (المرمزات الصوتية)

الفوكودر عنصر رئيسي في المنظومة الرقمية. على الفوكودر في منظومة متنقلة أن يكون معيارياً. يعتمد انتقاء الفوكودر المناسب على نوع المنظومة الرقمية مثل TDMA, FDMA أو CDMA

1.12.3 الفوكودر RPE*

طورت الـGSM فوكودر تهيج نبضي منتظم (RPE: Regular Pulse Excitation) وهو فوكودر تمثيل - معلَمي (a parametric-representation). تحول إشارة الكلام التماثلية في النطاق (4) كيلوهرتز إلى إشارة رقمية بسرعة (64) كيلوبت/ثانية ثم تحول للأدنى لسرعة (13) كيلوبت/ثانية عبر فوكودر RPE. يسمح استخدام معدل (13) كيلوبت/ثانية بدلاً عن (64) كيلوبت/ثانية بإمرار معطيات الـ(13) كيلوبت/ثانية عبر قناة ضيقة النطاق. باعتبار أن الطيف الراديوي نفيس و محدود الموارد فإن استخدام عرض نطاق أقل يؤمن أقنية أكثر ضمن طيف راديوي معين.

الـ GSM منظومة TDMA ونمط الإرسال غير المستمر هو المستخدم (DTX: Discontinuous transmission). يساوي طول الإطار (260) بتاً في كلام فعال مقابل مدة (20) ميلي ثانية كلامية كما يساوي لـ(260) بتاً مقابل مدة (480) ميلي ثانية كلامية غير فعالة (24 مرة أطول من النمط العادي)

2.12.3 فوكودر كلامي VSELP*

الـ VSELP اختصار لـ: جمع شعاعي لتنبؤ خطي مهيج (Vector Sum Excited Linear Prediction) يستخدم هذا الفوكودر كتاب ترميز لتكميم إشارة التهييج (excitation signal) شعاعياً بحيث أن الحساب المطلوب لعمليات البحث بكتاب الترميز في المستقبل قابل للاختزال بشكل معتبر. تم استخدامه بالمنظومة (NA-TDMA) في أمريكا الشمالية.

---

*. فوكودر RPE-LPC – فوكودر (13) كيلوبت للـGSM

*. VSELP (IS641/IS733) – الفوكودر (8) و(13) كيلوبت/ثانية لمنظومات الجيل الثانـي الرقمية في الولايات المتحدة واليابان

3.12.3 مُعَدّل متعدد مُكيَّف *(AMR: Adaptive Multiple Rate)

الـــAMR فوكودر جديد سيستخدم في منظومات الـــGSM. يحول الـــAMR إطاراً كلامياً بمدة عشرين ميلي ثانية إلى متوسط من ثمانين بتاً. يتم إدخال هذه البتات في النوافذ الزمنية المقابلة. إن معدلات الفوكودر AMR بالزمن الحقيقي (real-time) متعددة عند إرسال الصوت وتعتمد على صورة (profile) – وضعية – الصوت. إن المعدل الوسطي للفوكودر هو (4) كيلوبت/ثانية وهو نصف المعدل الحالي المساوي لـــ(8) كيلوبت/ثانية. ينخفض معدل الفوكودر إلى النصف وتتضاعف سعة القناة الصوتية. طوِّر الفوكودر AMR لأجل منظومة الـــTDMA. إن النمط DTX مشمول أيضاً، ومن الواجب اختباره لمعرفة صلاحيته لمنظومة CDMA. إن الـــAMR غير مكيف لمستوى متبدل من فعالية الصوت أيضاً.

4.12.3 مُرَمز بمُعَدَّل مُتَبدِل مُحَسَّن EVRC (Enhanced Variable Rate Coder)*

يستخدم الـــEVRC من أجل منظومات الـــ Cdma One نظراً لأن الجودة الكلامية للـــ (8) كيلوبت/ثانية للفوكودر (VSELP) غير مرغوبة. يبدل الـــEVRC معدله اعتماداً على الصورة الكلامية (speech profile) ومستوى ضجيج المحيط. إنه مناسب للـــCDMA.

5.12.3 فوكودر انتقائي النمط *(SMV: Selective Mode Vocoder)

يمكن استخدام الفوكودر (SMV) لخدمات مختلفة المرتبة. وهو مختلف عن الفوكودرات أعلاه. تهدف جميع الفوكودرات المألوفة إلى أفضل جودة كلامية. يهدف هذا النوع من الفوكودر لخدمة متعددة المراتب حددت من قبل الزبائن. يمكن توفير عدد أكبر من الأقنية في هذه الحالة كما ويمكن زيادة السعة الراديوية أكثر. هناك تسعة فوكودرات SMV مرشحة. سيتم

---

*.(AMR) فوكودر جديد طور خصيصاً من قبل اريكسون ونوكيا GSM والمنظومة المتقدمة

*. المعيار المؤقت للـــEIA (IS-127) لأجل الفوكودر (EVRC)

*.SMV (فوكودر انتقائي النمط) – نوع من الفوكودر مطور من قبل (Lucent) و(Conexant) ... الخ

*. المعيار المؤقت (IS - 127) للـــ EIA لأجل الفوكودر EVRC.

اختيار أفضلها أداءً وسيرسل إلى الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

6.12.3 فوكودر جيل ثالث مشترك

عند تطوير منظومة الجيل الثالث 3G من المهم أن يكون لها فوكودر عام واحد جيل ثالث (3G) وإلا فإن على فوكودر A في المنظومة A أن يتحول لفوكودر B في المنظومة B. في وضعية التجوال (roaming) لا يمكن للفوكودر B العمل مع المنظومة A حتى ولو كانت المنظومتان (A) و(B) من نفس الجيل الثالث، لهذا فإن إيجاد فوكودر موحد أمر إلزامي.يضاف إلى ذلك إن المرمز الكلامي ومرمز الفيديو للجيل الثالث ضروريان.

13.3 منظومة معدل معطيات عالي* (HDR: High Data Rate)

يمكن اليوم استخدام منظومة cdma One لإرسال معطيات عند معدل (14.4) كيلوبت/ثانية. لا يمكن للمعدل أن يكون أعلى نظراً لأن أقنية الحركة في حامل راديوي واحد هو (1.23 ميغاهرتز) سترسل معطيات وكلام. إن تحكم القدرة معد لموازنة استقبال إشارة متعددة لدى محطة القاعدة. لهذا السبب لا يمكن لقناة حركة أن ترسل معلومات أكثر من الأخرى. طورت منظومة دعيت بـــHDR لإرسال معطيات عالية السرعة من قبل Qualcomm وعرضت في تشرين الثانـــي (نوفمبر) لعام 1999 في سان دييغو. تلائم المنظومة تزايد حاجة ربط بروتوكول الانترنيت اللاسلكي المتنبأبه مع مردود طيف عالٍ. تخصص المنظومة حاملاً مكرساً أو أكثر (1.25) ميغاهرتز لحمل معطيات رزم بروتوكول الانترنيت. تستخدم القناة المكرسة لإرسال معطيات عالية السرعة إلى مستخدمين مختلفين في أطر زمنية مختلفة وبمعدلات معطيات مختلفة. إن معدلات المعطيات المختلفة معتمدة على قياس القناة للنسبة (C/I). تستفيد جدولة إرسال الرزم من تنوع القناة (channel diversity) لمستخدمين متعددين. يتم تحصيل السرعة العالية باستخدام التقنيات التالية: [تنبؤ حالة قناة مكيفة من أجل الجدولة]؛ [معدل مكيف (adaptive rate)، وترميز، وتعديل]؛ [ترميز وفك ترميز توربينـــي والذي يمكن لمعدل إرساله أن يصل لسعة شانون (shannon capacity)]؛ [تنبؤ معدل قناة مكيف سريع]؛ [تنوع هوائي متعدد المستَخْدِم]؛ [مستقبلات تنوع (diversity

---

*. عرض الـــ Qualomm حول الـــ HDR بتاريخ 4 تشرين الثاني (نوفمبر) عام 1999 في سان دييغو

(receivers)، تستخدم الضم الأنسب (the optimum combination) وحذف التداخل]؛ [قدرة إرسال ثابتة ومعدل متبدل]؛ [لا سقف لبرمجة مناولة وصلة أمامية]؛ [لا تخصيص ثابت للنوافذ الزمنية بالإرسال]؛ [تحسين تحكم نفاذ وسط (enhancing medium access control)]. بتحقيق هذه التقانات في منظومة الـ(HDR) يمكن لأعلى معدل أن يكون (2.4) ميغابت/ثانية. مع ذلك تستخدم أعلى سرعة على الغالب عندما تكون المحطة المتنقلة قريبة من محطة القاعدة. يتم تخفيض معدل المعطيات عندما تبتعد المحطات المتنقلة عن محطة القاعدة، يمكن إرسال تردد حامل واحد (1.25) ميغاهرتز بمعدل (2.4) ميغابت/ثانية وهو إنجاز كبير. إنه ضوء متألق لتطبيق الانترنيت باستخدام شبكة لاسلكية.

14.3 وضوح، تغطية، سعة، نسبة (قدرة حامل/قدرة تداخل) (C/I_s) /12/

الوضوح والتغطية والسعة والنسبة $(C/I)s$ أربعة مطالب بمثابة المفتاح للاتصالات اللاسلكية وهي فاعلة بينياً (interactive) بصورة مشتركة لإرسال قدرة معطاة. التفاعل البينـــي (Interaction) هو:

الوضوح	↑	التغطية	↓	السعة	↓	$(C/I)_S$	↑
التغطية	↑	الوضوح	↓	السعة	↓	$(C/I)_S$	↓
السعة	↑	الوضوح	↓	التغطية	↓	$(C/I)_S$	↓
$(C/I)_S$	↑	الوضوح	↑	التغطية	↓	السعة	↓

لهذا وللإبقاء على سعة عالية وأيضاً المحافظة على جودة مقبولة (وضوح) تنفذ الخطوط الدليلية لنشر منظومة خليوية كما يلي/12/. نحول بصورة عامة المعاملات الثلاث للـــ Cs الأخرى إلى $(C/I)_S$ ونجد بأن $(C/I)_S$ تحتاج لأن تكون باقية عند (18) ديسيبل من أجل جودة كلام تماثلي. تُعَرَّف $(C/I)s$ هذه بالـــ(C/I) المطلوبة للمنظومة، وليس الـــ(C/I) المقاسة. لهذا السبب استخدمنا الـــ$(C/I)_S$ لتمييز الـــ(C/I) المقاسة. مع $(C/I)_S$ = 18 ديسيبل نستطيع أن نجد بأن نسبة فاصل الخلية D إلى نصف قطر الخلية R تصبح (4.6). يمكن أن نجد من النسبة $D/R = 4.6$ بأن الخليوي التماثلي هو تعريشة خلية – سباعي، أو لنقل $K=7$. تندرج K لمعامل إعادة استخدام التردد. في المنظومات الرقمية ستكون $(C/I)s$ مختلفة باختلاف المنظومات الرقمية. يمكن استخدام الوضوح لكلا الكلام (جودة) والمعطيات

(الدفق through put). يبقى التفاعل البينـــي بين الـــ (Cs) الأربعة قائماً.

15.3 مراجع

1. W. C. Y. Lee, "Spectrum Efficiency Digital Cellular," *38th IEEE Vehicular Technology Conference Record*, Philadelphia, Pa., January 15-17, 1988, pp. 643-646.
2. FCC Public Notice, "Tutorial on Spectrum Efficiency-A Comparison between FM and SSB in Cellular Mobile Systems" by W. C. Y. Lee. August 2, 1985.
3. FCC Public Notice, "A Tutorial on the Future of Cellular Radio." W. C. Y. Lee delivered an earlier tutorial on "Cellular System Efficiency" followed by three presenters from three companies, Ericsson, AT&T, Bell Labs, and Motorola (joined at the time).
4. W. C. Y. Lee "Spectrum and Theory of Wireless Local Loop Systems" *IEEE Personal Comm.*, vol. 5, February 1998, pp. 49-54.
5. W. C. Y. Lee, "*Mobile Communicating Engineering, Theory and Application,*" 2d ed., New York: McGraw-Hill, 1998, pp. 540-547.
6. W. C. Y. Lee, "Cellular Telephone System." U.S. patent 4,932,049, June 5, 1990.
7. W. C. Y. Lee, "Microcell System for Cellular Telephone Systems." U.S. patent 5,067,147 November 19,1991.
8. W. C. Y. Lee, "An Optimum Solution for the Switching-Beam Antenna System," *Third Workshop on Smart Antenna in Wireless Mobile Communications, Conference Record,* Stanford University, July 25-26,1996.
9. V. Tarokh, N. Seshadri, and A. R. Calderbank, "Space-Time Codes for High Data Rate Wireless Communication: Performance Criterion and Code Construction," *IEEE Trans. on Information Theory,* vol. 44, no. 2, M arch 1998, pp. 744-764.
10. W. C. Y. Lee, "*Mobile Communicating Engineering Theory and Applications,*" 2d ed., New York: McGraw-Hill, 1998, p. 305
11. W. C. Y. Lee, "*Mobile Communication Engeneering,Theory and Application,*" 2d ed., New York: McGraw-Hill, 1998, pp. 306-309.
12. W. C. Y. Lee, "Future Vision for Wireless Communication," *Seventh IEEE International Symposium on Personal. Inbuilding, and Mobile Radio Communications (PIMRC '96),* Taipie, Taiwan. ROC, October 15-18, 1996.

عوامل هامة في اختيار منظومة رقمية جديدة

1.4 أسواق محفزة driving markets

2.4 كيفية تسريع تطوير منظومة رقمية جديدة

3.4 حجة نمط مزدوج Dual- Mode

4.4 تعارض المصلحة بين مزودي الخدمة والباعة

5.4 مواءمات منظومة مفتوحة (open system interfaces)

6.4 كيفية تطوير معيار مواصفة جيدة

7.4 فشل الـــIS-54

8.4 دور الحكومة

9.4 النقاش في مؤتمر دنفر

10.4 نقاش حول انتقاء مرمزات الصوت

11.4 جهود تآلف عالمية (Harmonization)

12.4 مراجعة تقانة الجيل الثالث 3G

13.4 قلق تطوير الـــ 3G

14.4 مستقبل الاتصالات اللاسلكية فيما بعد الـــ 3G

15.4 حلم تطوير الجيل الرابع (4G)

16.4 مراجع

1.4 أسواق محفزة driving markets

تحتاج أنظمة الاتصال معرفة قيمة سوقها قبل مرحلة التطوير. إن عمليات مسح السوق هامة لأن مشغلي المنظومة بحاجة لمعرفة ما يحتاجه الزبائن. فمثلاً في عام 1987 شكلت لجنة الـCTIA الفرعية لتقانة الراديو المتقدمة (ART) لانتقاء منظومة الجيل الثانـي الرقمية اعتماداً على السعة. كانت طلبات الزبائن في عام 1987 المدرجة حسب تسلسل أهميتها هي:

1. تغطية جيدة
2. جودة كلامية جيدة
3. لا مكالمات مقطوعة (Drop-cells)
4. كلفة منخفضة
5. صغر الأجهزة المحمولة باليد

سألت ARTS شركة استشارية لبيان هل لخدمة المعطيات سوق أم لا.

انتقت ARTS واحدة هي (BAH: Booth-Alan-Hamilton) من ثلاث شركات تسويق استشارية اعتماداً على زمن التسليم والكلفة. كانت عينات الزبائن المختارة حاسمة لنتائج المسح. وكان استنتاج BAH بأن اهتمام الزبائن لا يزال بالكلام فقط وليس بالمعطيات لذا لم تكن خدمة المعطيات للجيل الثانـي مطلباً. اتخذت (ARTS) اعتماداً على هذه النتيجة القرارات التالية:

1. يجب على المنظومة الرقمية عالية السعة أن تكون منتشرة بالسوق بحلول عام 1990.
2. يجب أن تكون سعة المنظومة الرقمية عشرة أمثال السعة الحالية للمنظومة AMPS.
3. لم تكن هناك حاجة لمطلب خدمة المعطيات.

احتاج بعد ذلك المشغلون التركيز على الخدمات الكلامية فقط. غدت فيما بعد خدمات الرسالة (message) القصيرة (SMS) ساخنة وأمكن التعامل بها ببدالات الدارة (Circuit Switches). لم تجذب خدمة المعطيات الانتباه حتى التسعينات عندما بدأت الانترنيت بالإقلاع. كان للانترنيت في العام 1990 مائتـي مليون مستخدم وكان للخليوي/خدمات الاتصال الشخصية (PCS: Personal Communication Service) 500 مليون مستخدم حول العالم. بحلول عام 2003 سيفوق عدد المستخدمين للخليوي LPCS المليار. ستصبح

خدمات المعطيات اللاسلكية حاجة ملحة في الأسواق القادمة. كما ستكون أسواق المستقبل في الانترنيت اللاسلكية كما ستكون شبكة المستقبل اندماجاً بين شبكات اللاسلكي وشبكات نواة بروتوكول الانترنيت IP.

2.4 كيفية تسريع تطوير منظومة رقمية جديدة

كان علينا معرفة قيود التطوير قبل أن نتمكن من تسريع برنامج التطوير. والتي كانت كما يلي:

1. لم تخصص الـ(FCC) في عام 1987 طيفاً جديداً لمنظومة رقمية خليوية ومع ذلك كانت الـ(GSM) في أوروبا قد خصصت نطاقاً جديداً هو (935-960) ميغاهرتز (للوصلة النازلة) و(890-915) ميغاهرتز (للوصلة الصاعدة). إن تصميم منظومة في نطاق عذري (بكر) أسهل نسبياً من تصميم منظومة في نطاق ترددي فيه مشاركة
2. كان على المنظومة أن تكون منتشرة في السوق عام 1990 (وقت).
3. أن تكون سعة الأقنية الكلامية الرقمية عشرة أمثال سعة الـAMPS القائمة.

وقد سرّعت الاستراتيجيات التالية برنامج التطوير:

1. انتقاء منظومة رقمية مناسبة

آ- كانت محاسن انتقاء الـ(FDMA):

1. مجازفة أقل. لقد عرفت معظم الشركات الأمريكية واليابانية كيف تصنع تجهيزات (FDMA).

2. تقصير زمن التطوير. يمكن الحصول على معلومات تصميم منظومة الـ(FDMA) من الـ(AMPS)، والتـي هي (FDMA) أيضاً.

3. تشارك في الموقع (Cosite)، إذا كانت النسبة C/I)s) المطلوبة للمنظومة الجديدة مماثلة لتلك للمنظومة (AMPS)، فإن أبعاد الخلية للمنظومتين تكون واحدة. وبإمكان المنظومتين التشارك بمواقع خلاياهما.

ب- كان قلق انتقاء الـ(TDMA) هو:

1. لا يمكن للمنظومة (TDMA) أن تكون منظومة مثالية لتحصيل سعة عالية إذ ان زمن

الحماية بين النوافذ الزمنية يولد سقفاً إضافياً (Additional Overhead) ويجبر معدل الإرسال العالي الناتج من الـــ(TDMA) أن يمتلك مسوّياً(موازياً) (equalizer) وهو ليس جهازاً موثوقاً مع امتداد تأخير الزمن المفروض على معدل الإرسال السريع.

2. إن المنظومةَ (AMPS) منظومةُ (FDMA) لا يمكنها التعايش مع منظومة (TDMA) بسهولة. إن تقاسم الطيف حالة فريدة في الولايات المتحدة.

2. سرَّع برنامج التطوير ما يلي:

آ- استخدام وحدة متنقلة بنمطين. للوحدة المتنقلة كلاً من نمط الـــ(AMPS) والنمط الرقمي. عندئذ يمكن للمنظومات الرقمية أن تنتشر في مساحات بقعية (Spot Area) ويمكن للـــ(AMPS) تغطية الباقي. تسهل هذه الترتيبة كامل مساحة السوق الخليوي قبل البدء بالتشغيل.

ب- مشاركة أقنية تحكم الـــ(AMPS) في المنظومة الرقمية. يمكن لأقنية التحكم أن تكون متشاركة بسبب استخدام هاتف متنقل بنمطين. لا داعي للمنظومة الرقمية أن تطور أقنية تحكم جديدة لها. كان هذا توفيراً عظيماً للوقت.

ج- لا داعي لتطوير أقنية المعطيات (إرسال) اعتماداً على مسح التسويق.

وكانت التوصيات لهيئة المعايير TIA كما يلي:

1. تطوير المرحلة الأولى I: تاريخ الإنتهاء كان في 1990

آ- مشاركة أقنية تحكم الـــAMPS

ب- للكلام فقط

2. تطوير المرحلة الثانية II: يجب تحديد تاريخ الانتهاء

آ- تطوير أقنية تحكم رقمية

ب- للكلام والمعطيات

3.4 حجة نمط مزدوج Dual-Mode[1]

اقترحت الوحدة المتنقلة بنمطين لأول مرة من قبل (W. Lee) لدى (ARTS). إن للوحدة المتنقلة نمط منظومة الـــ(AMPS) ونمط المنظومة الرقمية في المرحلة الأولى للتطوير. كانت

الميزة في الحصول على هاتف بنمط مزدوج هو في إعطاء مقدمي الخدمة إمكانية نشر المنظومة الرقمية في السوق أبكر كثيراً بدلاً من انتظار أن يكون كامل السوق قد نشر منظومة رقمية كلية. أيضاً، إن أقنية تحكم الـــAMPS قادرة على مشاركة المنظومة الرقمية بهاتف ذي نمطين. أمكن بهذا توفير مقدار كبير من الوقت في تصميم قناة تحكم، خاصة إذا لم يقترح هاتف النمطين. لكن كان هناك فريقان ضد هذا الاقتراح منذ البداية:

1. كانت حجة مقدمي خدمة *RSA* (Rural Service Area) أنهم لم يكونوا بحاجة لمنظومة رقمية لسوقهم على اعتبار وجود وفرة من السعة من المنظومة التماثلية لديهم. استعانت ARTS بالحجج التالية لصالح النمط المزدوج:

آ- كانت المنظومة الرقمية مطلوبة للتعامل مع المناطق السكانية الإحصائية (MSA: Metropolitan Statistical Area)* والأهمية المعتمدة على السكان كانت بازدياد مطرد من $15/POP في عام1985 إلى $32/POP عام 1986 إلى $70/POP عام 1987. بالحقيقة لم يكن بمقدور RSA في ذلك الوقت كسب مال بتسيير المنظومة. عرفت (ARTS) بأن نمو الأسواق الخليوية السريع سيزيد قيمة كافة الأسواق الخليوية بما فيه RSA، حالما أدخلت منظومة رقمية لتعزيز السوق الخليوية. ليس للمنظومة الخليوية متسع للتعامل مع نمو السعة وسوف تعانـــي أسواق الخليوي بدون منظومة رقمية جديدة.

ب- بالنمط المزدوج، كان بإمكان الزبائن المستخدمين للهواتف الرقمية في (MSA) أن يستمروا بالتجوال إلى (RSA) بهواتف تماثلية. استطاعت هذه الميزة إطلاق صاروخ عائدات التجوال.

2. البائعون Vendors: خلال الثمانينيات، مرت ARTS بوقت عصيب في إقناع البائعين امتلاك هواتف بنمطين. كانت حجة البائعين:

آ- إن صنع هاتف رقمي بنمط وحيد أبسط.

ب- ستكون كلفة الهاتف مزدوج النمط أعلى ولن يكون بمقدور الزبائن تحمل شراءها.

---

* المناطق السكنية (الحضرية)

ج- إذا تواصل صنع هاتف الـ(AMPS) المفرد النمط فمن سيشتري الهاتف مزدوج النمط.

كانت توصيات (ARTS):

1. يحتاج مزودوا الخدمة لهواتف مزدوجة النمط فقط لمساحات ذات مكالمات كثيفة بحيث يكون بالإمكان نشر المنظومة الرقمية بشكل أسرع.
2. سيكون الباعة ملزمين بصنع هواتف مزدوجة النمط إلى حين في المستقبل.
3. نظراً لأنه من الممكن أن تكون كلفة الهواتف مزدوجة النمط عالية فسيكون مزودو الخدمة راغبون في دعم كلفة الهواتف الجديدة. استطاع مزودو الخدمة تخفيض العمولة المدفوعة للتجار.في عام 1986 دفعت شركة (Bell South) مبلغ (800) دولاراً عن كل زبون أمكن لتاجر جلبه. استطاع ما تم ادخاره من تخفيض العمولة دعم كلفة الهواتف الجديدة.

كانت التقانة تتقدم بسرعة. قاوم الباعة الحصول على هواتف مزدوجة النمط، لكن تفضيلهم للأجهزة المحمولة والمتنقلة ذات النطاق الواحد كان يعتمد على خوفهم من التقانة والكلفة في عام 1987. من كان يظن في عام 1987 بأن الهاتف اليدوي مزدوج النمط وثلاثي النطاق الترددي سيظهر في السوق عام 1999؟

4.4 تعارض المصلحة بين مزودي الخدمة والباعة

هناك تعارض دوماً في المصلحة بين مزودي الخدمة والباعة/2/. عند تطوير منظومة جديدة. يطلب مزود الخدمة الحصول على منظومة رقمية لتغطية مساحة كبيرة ببضع محطات قاعدة لأن بإمكان كل محطة قاعدة توفير عدد كبير من الأقنية. يمكن للشبكة أن تكون ذكية أيضاً بحيث تنفذ مزايا عديدة جديدة بسرعة دون إضافة على الكلفة. من ناحية أخرى يريد الباعة بيع محطات قاعدة أكثر لمزودي الخدمة. لهذا السبب يحاول الباعة إقناع مزودي الخدمة وضع جميع محطات القاعدة أقرب من بعضها بدلاً عن تحسين جزء البرمجة الذي لا يفيدهم مادياً كثيراً إذا كانت الجودة الكلامية في المنظومة ليست جيدة. يمكن بهذه الطريقة لإشارة المحطة المتنقلة أن تكون أقوى وأن تكون الجودة الكلامية أحسن.

لم يكن لمزودي المنظومة ليستمعوا إلى طلب الباعة لشراء مزيد من محطات القاعدة، إلا أنه

لم يكن لديهم خيار بسبب اضطرارهم لتحقيق طلبات المشتركين. لهذا السبب ينبغي، في أي حالة تطوير لمنظومة جديدة، على مزودي الخدمة أن يكونوا في مقعد القيادة. فهم من يتحمل مجازفة تلبية حاجات الزبائن وهم من جانب آخر من عليه أن يعلم ما هو السعر الذي يرغب الزبائن في دفعه للحصول على ما يريدون. إذ اعتماداً على كلفة الخدمة سيدفع الزبائن. يحدد مزودو الخدمة ما إذا كان باستطاعتهم الطلب من الباعة تسليم التجهيزات بالمزايا والجودة المطلوبتين. سوف يختار الباعة بدون قيادة مزودي الخدمة تقانة اعتماداً على تقانة لهم حق ملكيتها (IPR: Intellectual Property Right) الفكرية أو يحاولوا تجنب تقانات جيدة أخرى بسبب أطراف آخرين لهم حق ملكيتها الفكرية (IPR)، وهذه تتضمن في بعض الأحيان مجازفة إضافية ووقتاً أكبر في التطوير أو مزيداً من كلفة تصنيع المنتَج. بصورة عامة قد لا يهتم الباعة بكلفة تصنيع التجهيزات إذا اختيرت لتكون تجهيزات معيارية. في جميع الأحوال سيشتري مزود الخدمة التجهيزات المعيارية. من المحتمل أيضاً أن لا يُكتشف أداء تجهيزات الاتصالات اللاسلكية الجديدة إلا حين وصول حركة المكالمة (call traffic) خلال عام أو ما شابه إلى مستوى غير مقبول. سيكون من المتأخر جداً تبديل هذه التجهيزات ولهذا السبب يمكن للباعة بيع منظومة مطورة حديثة لمزود خدمة بوعود كثيرة قبل نشر المنظومة. عندما يدرك مزود خدمة بأن أداء التجهيزات غير مقبول، فمن المحتمل أن يكون لذلك منعكس على التجهيزات للتو وسيكون عندها من الصعب جداً عليهم الانتقال من بائع تجهيزات إلى آخر. من المهم جداً انتقاء منظومة مطورة جديدة من بائع شريف متميز بالجودة (quality-oriented). سيستمر الشعور بضرر شراء منظومة ذات جودة متدنية، رخيصة الثمن على المدى الطويل. يرغب بعض الباعة الاستماع لاقتراحات وطلبات المشغلين بعد أن تكون التجهيزات قد ركبت وتؤدي عملها وفقاً لذلك بسرعة كبيرة. إن هؤلاء الباعة مفضلين لدى المشغلين.

5.4 مواءمات منظومة مفتوحة (Open System Interface)

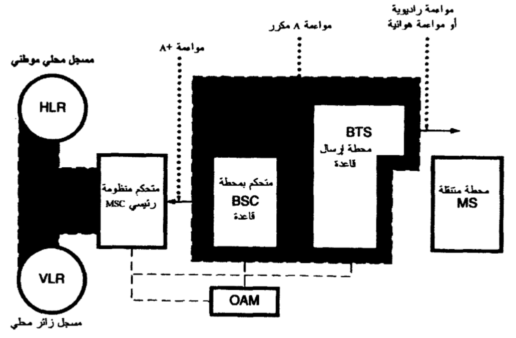
يوجد في مواصفات الـGSM مواءمات هوائية مشتركة (Air Interfaces) (بين المحطة المتنقلة ومحطة إرسال القاعدة (BTS: Base Transmission Station) تدعى Um)

interface)، كذلك المواءمة A بين الـــBTS والمتحكم بمحطة القاعدة (BSC: Base Station Controller) وكذلك المواءمة A+ بين الـــBSC ومتحكم المنظومة الرئيسي (MSC: Main System Controller) كما هو مبين في الشكل رقم (1.4). بسبب مواءمات المنظومة المفتوحة هذه يمكن لمزود خدمة أن يشتري من مصنع (أ) محطات BTS وربطها مع محطات BSC للمصنع (ب) وربط الأخيرة مع محطات (MSC) لمصنع (ج). تفتح مواءمات المنظومة المفتوحة هذه منافسة عادلة بين الباعة وتعطي مزودي الخدمة خيار التبديل من بائع تجهيزات إلى آخر اعتماداً على كلفتها وعلى جودتها. سيستفيد الزبائن النهائيون نتيجة ذلك من خدمة منخفضة الكلفة ومن مواءمات المنظومة المفتوحة، كما يمكن لأسواق خليوية ذات جودة أن تنمو بسرعة كبيرة. ربما كان هذا سبب نمو أسواق الـــGSM بهذه السرعة. في الـــ(AMPS) إن المواءمة الهوائية المشتركة هي المواءمة المعيارية (CAI: Common Air Interface) الوحيدة. لا يوجد لمنظومة الـــAMPS مواءمة (A) أو مواءمة (A+) نظراً لأن الـــAMPS كانت قد اخترعت من قبل الـــAT&T في السبعينات منفردة، لم تفكر AT&T في ذلك الوقت أن هناك حاجة للحصول على مواءمة (A) ومواءمة (A+). فيما بعد قام القاضي Green، والمعين خصيصاً من قبل (DOJ) لتجريد AT&T، بحرمانها من تشغيل سوق خليوية. باشرت شركات (RBOC: Regional Bell Operating Companies) السبعة الجُدد تسيير الأسواق الخليوية إقليمياً واستخدموا تجهيزات AT&T. امتلكت AT&T أسباباً إضافية كي لا تجعل المواءمة (A) والمواءمة (A+) معيارية. تنافس في الثمانينات باعة الخليوي غير AT&T مثل موتورولا، اريكسون، NEC، نورثون تيليكوم بشكل قاس للدخول في أسواق مفتتحة (Start Up Markets). كانت استراتيجيتهم هي ربح أسواق مفتتحة بعطاء منخفض السعر. حالما انتشرت تجهيزات لبائع (أ) في السوق، فإن السوق سيكون سوق تجهيزات البائع (أ) مستقبلاً.

عندما قدمت المنظومة الرقمية الجديدة شعر جميع الباعة الرئيسيون بأن مواءمات المنظومة المفتوحة لن تفيد من وجهة نظر تجارتهم وبالأحرى فقد خافوا من أن عديداً من صغار الباعة قد يتجرؤون على منافستهم وإحلال عناصر تجهيزاتهم. لهذا فقد قاوموا سياسة المواءمة للمنظومة المفتوحة هذه.

6.4 كيفية تطوير معيار مواصفة جيدة How to develop a good standard specification

قبل الثمانينيات كانت المواصفات المعيارية تكتب بعناية لجميع المنظومات المطورة حديثاً للتأكد من أن تجهيزات المنظومة المصنعة اعتماداً على المواصفة المعيارية ستكون قابلة للتشغيل ميدانياً دون أي مراجعة رئيسية بعد وضعها موضع التشغيل بوقت قصير. لذا يفضل الباعة تصنيع تجهيزات منظومة جديدة بسرعة ما أمكن للاستحواذ على حصة السوق بعد أن يكون إنتاجهم جاهزاً للبيع دونما قلق من إصدار مراجعات للمعيار (standard revisions).



الشكل 1.4: تركيب وظيفي ومواءمات أساسية

فعلى سبيل المثال، حررت مواصفة الـAMPS عام 1979 بعد (15) عاماً في مرحلة التطوير مروراً بالبحث وتصميم المنظومة وتصميم البدالة إلى التطوير التجاري (Commercial Development). احتاج كل مَعْلَم رئيسي (Key Parameter) لأن يعاد تحسينه من أجل أفضل تشغيل للمنظومة. استغرق إقرار عدد مرات التكرار (repeats) للمناولة على الوصلة الأمامية ستة أشهر (أنظر المقطع 7.2). أجري اختبار شامل في شيكاغو/3/ لستة عشر محطة قاعدة وألفي وحدة متنقلة (زيدت فيما بعد لخمسة آلاف وحدة

متنقلة). بدلت المواصفة الأولية اعتماداً على عدة تصويبات خلال التجربة. عندما أعدت المواصفة النهائية أصبحت معياراً. بَطُل استخدام جميع محطات الاختبار الخمسة آلاف التـــي كانت قيد التشغيل في منظومة الاختبار. كانت AT&T راغبة في السبعينيات في صرف كمية ضخمة من المال من أجل منظومة مميزة. لا توجد شركة من المحتمل أن تفعل الشيء نفسه مستقبلاً.

في الثمانينيات نفذ معيار المنظومة الجديدة من قبل هيئة المعايير (Standards Body). استخدمت أوروبا منظومة الاتصالات المتنقلة العامة (UMTS: Universal Mobile Telecommunication System) واستخدمت الولايات المتحدة الـــ (TIA) (Telecommunication Industry Association). شكلت هيئة المعايير من باعة ومشغلين وجامعات كثر مختلفة. ضمن الاهتمام الشخصي لكل عضو بأن المنظومة الجديدة هي ما ترضي معظمهم وليس بالضرورة أن تكون أفضل منظومة. لا يوجد شركة مفردة كانت مستعدة لصرف المال لإجراء عدد كبير من التجارب. ليس بإمكان استخدام عدد صغير من محطات القاعدة والوحدات المتنقلة أثناء اختبار منظومة مطورة جديدة أن يجد النواحي القاتلة للمنظومة لأن الاختيار ذا المقياس الصغير غير قادر على تزويد حالات السعة الكبيرة (High Capacity Conditions). كان هذا سبب ما مرت به الـــGSM بخمس وثلاثين مراجعة بسبب اختبارها بمقياس صغير قبل أن تتمكن من العمل كمنظومة تجارية. إن كتابة مواصفة أولاً ثم إجراء مراجعات لها فيما بعد ليست المزاولة الأفضل. لكن علينا أن نتبنى نموذج تطوير الـــGSM والذهاب عبر عدة مراجعات قبل تطوير مواصفة معيارية بسبب عدم وجود مؤسسات قوية (مثل AT&T في الماضي) ترغب في إنفاق المال وتتحلى بالصبر الكافي لتطوير منظومة مصممة جيداً لا تحتاج لأي مراجعات حرجة.

على مزودي الخدمة الجلوس في مقعد القيادة بغض النظر عن أسلوب التطوير وعليهم أن يضعوا المتطلبات للمنظومات الجديدة بحيث يتمكن الباعة من تصميم وتنفيذ التجهيزات تبعاً لذلك.

7.4 فشل الـ (IS-54)

في عام 1989 طورت مجموعة مهندسي شركة تعمل تحت إمرة (John Stupka) رئيس اللجنة الفنية لـ(The Cellular Telecommunication Industry Association) (CTIA) مواصفة TDMA لأمريكا الشمالية. احتاج الأمر جمع معلومات تجريبية لتصميم منظومة (TDMA) عالية السعة قبل كتابة مواصفة الـ(TDMA). لسوء الحظ أدرك الطاقم بأن لا وقت كافياً لجمع المعطيات التجريبية عندما وضعوا تاريخاً محدداً للانتهاء من المواصفة. تحتاج كتابة مواصفة جودة منظومة لجهود مختلطة لطاقم متمرس الخبرة انغمس في كتابة مواصفة سابقة وتحتاج أيضاً لمهندسين جدد لديهم معلومات عن تقانات منظومة جديدة. يتطلب الأمر قياس قيمة كل مَعْلَم (values of each parameter) وأن يحاكى (simulated) وأن يحدد بالاختبار أو المصادقة عليه (validated). بإمكاننا تسريع العملية لكننا لا نستطيع الاندفاع بعمليات التطوير. لا تنطبق معظم معطيات تصميم منظومة تماثلية و(FDMA) على تلك لمنظومة تعمل بنمط الـ(TDMA). استطاع المهندسون عندما جُمعوا في فندق لكتابة مواصفة الـTDMA تقدير معظم قيم معلم ما اعتماداً على منظومة الـ(GSM) والسبب أن الـGSM منظومة TDMA. مع ذلك لم تكن الـ(GSM) المنظومة عالية السعة التـي أرادها المجموعة للتصميم. استكملت مواصفة TDMA الرقمية لشمال أمريكا خلال أربعة أشهر. ربما أقصر وقت بالتاريخ – ذهبت المواصفة إلى هيئة المعايير (TIA) وخصص لها الرقم (IS-54). عدلت فيما بعد المواصفة (IS-54) بسبب تبديلات رئيسية كانت الحاجة إليها. تم تبديل (IS-54) إلى (IS-136)/5/. إن (IS-136) مواصفة منظومة قابلة للتشغيل على الأقل.

8.4 دور الحكومة

مع تطور الاتصالات السريعة في الصناعة الخليوية على الحكومة أن تلعب دوراً رئيسياً في توجيه صناعة الخليوي بالاتجاه الصحيح.

1.8.4 سياسة المزاد العلنـي (auction policy)

ادعت الحكومة في تبنـي سياسة المزاد العلنـي عام 1996 أن الوضعيات غير المريحة

التـــي حدثت خلال فترة سياسة الحظ (اليانصيب) بالأعوام ما بين 1983 - 1989 قد تم تصحيحها. كمثال ربحت ربات منـــزل وأطباء بشريون اليانصيب ثم أعادوا بيع التراخيص التـــي كسبوها بربح معتبر. إن سياسة اليانصيب سيئة، يضاف لذلك أن لا دولة أخرى أتبعت سياسة الولايات المتحدة بأسلوب اليانصيب فلماذا لا تتم العودة إلى أسلوب الانتقاء السابق حيث كانت تنتقى التراخيص اعتماداً على ثلاثة متطلبات: التنافس التقاني، المقدرة المالية، وخدمة جيدة لمصلحة الجمهور؟ كانت جميع الدول المتقدمة الأخرى تتبع هذه الطريقة في منظومات الجيل الثاني.

قد تكون سياسة المزاد العلنـــي خلقت قضايا خلافات. إن الطيف مثل الهواء – سلعة عامة. سيموت الناس إذا لوثنا الهواء. ستموت الاتصالات اللاسلكية إذا لوثنا الطيف. يجب أن يكون للحكومة قواعد تحمي (الهواء النظيف) و(الطيف غير المتداخل) لكن الحكومة لا تملك الهواء كما لا تملك الطيف. في عام 1996 باعت الحكومة طيفاً غير مملوك وحققت دخلاً من خلال عمليات المزاد، مما يعنـــي نقل ملكية طيف غير مملوك إلى القطاع الخاص. باعتبار أن الحكومة غدت مركز ربح، لم يعد لها سلطة مقاضاة زبائنها رابحي المزاد. إن الرابحين قادرون على بيع جزء من طيفهم للآخرين مرة أخرى. فُقِدت سلطة الـــFCC في كونها منسق طيف بين مشغلي الأنظمة.

يمكن لرابحي المزاد مستقبلاً إما تجيير قيمة المزاد إلى مستخدمي نهاية (end users) أو تقديم خدمة هزيلة. يمكن لرابحي المزاد لوم الحكومة دائماً في وضع مثل هذا العبء (قيمة المزاد) على عاتقهم قبل توظيف رأس المال في التجارة المرخصة. كان هذا هو السبب في تفضيل الدول المتقدمة تأجيل فرض ضريبة على مزودي الخدمة إلى حين تقدير الربح الذي تم كسبه. ربما وضع المزاد من رُخِّصَ لهم تحت ضغط مالي أعظم أو دفع بهم نحو الإفلاس كما حصل لمزاد (PCS) بالنطاق c. قبضت الحكومة في مزاد (PCS) بالنطاقين (A) و(B) سبعة مليارات دولار من كامل طيف قدره ستون ميغا هيرتز. كان التسديد لهذين المزادين كاملاً لمرة واحدة. تبدلت سياسة الدفع في مزاد النطاق C. كان بمقدور الرابحين دفع رسوم المزاد ومبلغاً كدفعة أولى وتقسيط الباقي على ثلاث إلى خمس سنوات. كانت أسعار العطاء عالية جداً بسبب ميزة تأخير الدفع. قبضت الحكومة حوالي عشرة مليارات دولار من طيف قدره

ثلاثون ميغا هيرتز تقريباً و لم يمض وقت طويل بعد المزاد عندما أعلنت Gateway الإفلاس. ثم لحقت بها Nextwave. بيّن هذا أن أعمالاً كثيرة تقامر على المستقبل. كانت النتيجة أن خسر كثير من المستثمرين صغاراً أم كباراً، مالاً، ليس من إدارة أعمالهم ولكن من الطريقة الماهرة التـــي لعبتها الحكومة في الاستيلاء عليه.

من وجهة نظر أخرى، حركت سياسة المزاد الاقتصاد وخلقت أعمالاً أكثر وفرص تقانة أعلى. لهذا السبب وبصورة عامة إن سياسة المزاد قد لا تكون سيئة للدول النامية. تستلم الحكومة في الدول النامية مال المزاد، يأتـــي جزء كبير منه من مستثمرين أجانب. إلا أن على تجهيزات البنية التحتية أن تُشترى من الدول الأجنبية. ستكون كلفة الخدمات عالية. ما لم يكن متوسط دخل الأسرة عالياً، قد تحتاج الحكومة إلى أن تجد طريقة لاستخدام مال المزاد بحكمة لتحريك الاقتصاد.

إذا ظنت الحكومة بأن مال المزاد يأتـــي بدون ثمن، فهي مخطئة، على الحكومة أن تكون حذرة في أن لا تستخدم مال المزاد قبل بناء المنظومات المرخصة. ربما يطلب رجال الأعمال من الحكومة إعادة مال المزاد إذا لم تكن تجارتهم تسير سيراً حسناً. تَذَكَّر، لا يمكن أن تكون الحكومة أبداً مركزاً لتحقيق للربح. بالرغم من ذلك اقتفت الدول الأوربية حالياً ما يناسب هذا الوقت من أجل تراخيص الجيل الثالث. لقد قبضت الحكومة البريطانية مبلغاً وقدره (35) مليار دولار من مزاد لطيف (120) ميغا هيرتز

2.8.4 وضع معيار وتنسيق طيف

STANDARD SETTING AND SPECTRUM COORDINATION

لم تكن الـــFCC تريد في أن تكون متورطة بوضع المعايير في السنوات الماضية. كان في الـــ(PCS) ذات النطاق العريض أربع منظومات وستة نطاقات مرخصة في الأسواق.كان هذا يعنـــي أن بالإمكان تشغيل أي من إحدى المنظومات الأربعة في أحد النطاقات الترددية الستة في مساحة خدمة واحدة أي في نفس المساحة الجغرافية. والنتائج هي كما يلي:

1. سيقلق مزود الخدمة من تداخل المنظومات الأخرى في مساحة واحدة. كانت في الماضي تُعاير منظومة واحدة لخدمة واحدة. فمثلاً استخدمت الـــAMPS لخدمة الهاتف الخليوي

بالولايات المتحدة. أمكن تشغيل عدة منظومات بنفس الخدمة للمرة الأولى عام 1992، هكذا لم يكن بالمستطاع التقيد بقواعد تنسيق الطيف القديمة أو دعمها.

2. سيدفع المستخدمون النهائيون (end users) سعراً عالياً إذا أنتج مصنعو الطرفيات كمية أقل للاستخدام في منظومة من المنظومات الأربعة. طبعاً إن ميزة التجوال غير ممكنة العمل بين الأنظمة الأربعة.

3. ربما أن الـ FCC غير قادرة على حل النـــزاعات المتعلقة بتداخل الطيف بين مختلف مزودي الخدمة. لقد أفسدت عملية المزاد في ذلك الحين سلطة الـFCC في كونها منسق للطيف.

بدون الـFCC ككيان فعّال في ضبط استخدام الطيف، فإن مستقبل الاتصالات اللاسلكية سيكون في حالة مشابهة لمركبات تغلق تقاطعاً في إزدحام شبكي معَطِل للسير (gird lock).

3.8.4 المخاطرة في منظومة مطورة حديثاً

هناك مخاطرة كبيرة في تطوير منظومة حديثة. سيمضي مزودي الخدمة والباعة عبر منحنى تعليمي. لهذا السبب إذا برهنت إحدى المنظومات على أنها قابلة للتشغيل وتحقق الحاجة، فيجب تُبنـــي هذه المنظومة لخدمات كثيرة، مثل الخليوي، PCS والساتلية المتنقلة والـ (Wireless Local Links) (WLL). بعد ذلك يمكن للمستخدم النهائي استخدام طرفية للتشغيل على عدة خدمات متنوعة.

9.4 النقاش في مؤتمر دنفر

في آب آغسطس عام 1987، تماماً بعد اكتمال عرض منظومتـــي (أنظر المقطع 7.3) FDMA وTDMA، عقد مؤتمر نقاش في دنفر، كولورادو. كان هناك طاقما مناقشة ضم الطاقم الأول AT&T وموتورولا، وNEC دفاعاً عن FDMA وضم الطاقم الثانـــي أريكسون ونورثون تيليكوم دفاعاً عن TDMA. لم يكن مسموحاً لمشغلين أن يكونوا ضمن طاقم النقاش، لكن كان باستطاعتهم الجلوس بهدوء مع جمهور المستمعين، و لم يكن مسموحاً لهم أيضاً طلب الكلام (No Floor). نُظِم المؤتمر من قبل John Stupka. تم استحسان الـــ

TDMA بناء على عرض سابق لمنظومتين، FDMA وTDMA، في Santa Ana وLos Angeles على الترتيب. وبالرغم من أنها لم تكن مقارنة عادلة، فإن النقاش لم يكن مختلفاً. أجري بعد النقاش مسح. كان لكل شركة صوت (Vote) حتـــى لو كانت الشركة مكونة من شخص واحد طالما أنها دفعت رسم الاشتراك وقدرهُ (800) دولاراً، فقد كان باستطاعتها أن تكون عضواً في الـــ(CTIA) وامتلاك صوت. لم يكن لبعض ممثلي الشركات علم بالتقانة وسألوا الشركات المتحالفة معهم فيما إذا كانوا يصوتون للـــTDMA أو FDMA. الجواب كان TDMA كانت النتيجة أن (16) صوتوا لصالح الـــFDMA و(37) صوتوا لصالح الـــ(TDMA). لهذا أصبحت الـــTDMA منظومة الجيل الثانـــي الخليوية.

لم يكن التصويت على التقانة صحيحاً أبداً، فالتقانة يُبرهن عليها بالنظرية والأداء. لقد تم البرهان فيما بعد بأن التصويت على التقانة كان خطأ. وفقاً لما أدركناه فإن القضايا السياسية غير المميزة فيما إذا كانت صحيحة تماماً أم خاطئة تماماً تحتاج إلى عملية التصويت. إن الخطأ على وجه الخصوص هو عندما تكون عملية التصويت معتمدة على صوت لكل شركة سواء أكان لها (30.000) أو(300) أو(3) موظفاً. يمكن لهذه العملية أن تُساء إدارتها من قبل شركات لها مصلحة. بعض الشركات التـــي انضمت في آخر دقيقة لم تكن تعلم ماذا تعنـــي الـــFDMA والـــTDMA تماماً لكنهم صوتوا عليها كيفما اتفق. كانت الشركات التـــي عرفت التقانة في ذلك الوقت هي أريكسون ونورتِل وAT&T وموتورولا وNTT. شجع من هذه الخمسة الـــTDMA اثنتان هما أريكسون ونورتِل بينما شجع الـــ FDMA الثلاثة الباقون. لهذا كانت نتيجة التصويت أمراً مدهشاً.

10.4 نقاش حول انتقاء مرمزات الصوت
DEBATE ABOUT SELECTING VOCODERS.

هناك عشرة ترشيحات لمرمز صوت المنظومة الرقمية لشمال أمريكا (الجيل الثانـــي 2G) أحيلت إلى هيئة المعايرة. من بين العشرة كان مرمز صوت AT&T ومرمز صوت موتورولا من عائلة التنبؤ الخطي المهيج بترميز (CELP: Code Excited Linear Prediction) بينما

استخدمت اريكسون ترميز تنبؤ خطي مهيج بنبضة منتظمة والذي كان مشابهاً لذلك المستخدم في منظومة الـــGSM. RPE-LPC: Regular Pulse Excited Linear Prediction Code) نظراً لأن عرض النطاق المكافئ للـــ (TDMA) بشمال أمريكا كان (10) كيلوهرتز، كان على معدل الفوكودر أن يكون حوالي 8 كيلوبت/ثانية ليناسب عرض النطاق (10) كيلوهرتز. كان مرمز الصوت (CELP) مرمزاً صوتياً متقدماً ذلك الحين. السؤال من كان المؤهل لتقييم هذه الفوكودرات واختيار الفائز. لم يكن أحد يرغب بالاستعانة بشركة تقييم أمريكية. المرشحون العشرة كانوا خائفين من اختلاف المصالح والتحيز من قبل شركات التقييم الأمريكية. اتجهوا إلى شركتـــي تقييم كندية (BNR: Bell Northen Research) وMPT. كانت هناك معايير كثيرة يستعين بها المستمعون في إعطاء الدرجة للفوكودر المرشح عند سرعات تنقل مختلفة من صفر إلى (60) ميلاً في الساعة وتحت حالات تعدد مسار (multi path) مختلفة. أعد كل مستمع ورقة علامة: باستخدام رقم استحقاق – دارة (CM: Circuit – Merit) لكل مرشح مبينة في الجدول التالي:

استحقاق – دارة	علامة	مقياس الجودة
5	5	ممتاز (الكلام مفهوم تماماً)
4	4	جيد (الكلام مفهوم بسهولة، بعض الضجيج)
3	3	مقبول (الكلام مفهوم مع جهد بسيط، احتاج الأمر للإعادة أحياناً
2	2	ضعيف (الكلام مفهوم فقط بجهد كبير، احتاج الأمر لإعادة متكررة)
1	1	غير مقبول (الكلام غير مفهوم)

تم الحصول على علامات الـــ(CM) الوسطية من جميع المستمعين. دعيت العلامة الوسطية بعلامة الرأي الوسطي (MOS: Mean Opinion Score). تكون عادة علامة صوت المكالمة البعيدة (الخارجية) حوالي MOS ≥ 4. لسوء الحظ كانت علامة فوكودر كل من AT&T وموتورولا أقل من 4، حوالي 3.3. كانت علامة موتورولا أعلى قليلاً من علامة (AT&T) اعتماداً على هذا التقييم الموضوعي، رغماً عن أن الفوكودر (CELP) كان قد طور بالبداية من قبل AT&T لهذا تم اختيار نموذج تنبؤ خطي مهيج بجمع شعاعي لموتورولا. قالت AT&T بعد ذلك أنها أرسلت نموذجاً خاطئاً لشركات التقييم. لكن لم يكن بالإمكان عكس النتيجة (VSELP: Vector Sum Excited Linear Prediction).

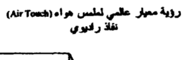
11.4 جهود تآلف عالمية/6/ (Global Harmonization Effort)

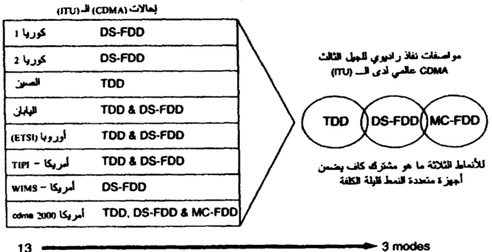
شكل طاقم الجيل العالمي الثالث (3G: global third generation) من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) في حزيران (يونيو) عام 1997. كانت الشركات الأمريكية في هذا الوقت تطور منظومة 3G دعيت بـــ(cdma2000) وأحالتها إلى الاتحاد الدولي للاتصالات. درس معهد معايير الاتصالات الأوروبـــي ETSI (European Telecommunication Standard Institute) خمس منظومات مختلفة: TDMA/متزامنة، وTDMA/غير متزامنة، وCDMA، وتنضيد تقسيم ترددي متعامد (OFDM) ونفاذ متعدد مُساق بفرصة ODMA (Opportunity Driven Multiple Access). انتقت ETSI في عام 1988 الـــ(CDMA) كاختيار لمنظومة الـــ(3G).

أحالت اريكسون وNTT نماذجهما لمنظومات الـــ(3G) إلى الاتحاد الدولي للاتصالات. مثلت هذه العروض إسهاماً للأعضاء المناظرين لهم، أوروبيون ويابانيون على الترتيب. أحال أعضاء آخرون بالاتحاد الدولي عروضاً للاتحاد للمراجعة. بالنتيجة كان هناك ثلاثة عشر عرضاً محالاً كما هو مبين في الشكل (2.4)، من بينهم ثمانية عروض معتمدة على الـــ (CDMA). كانت هذه العروض الثمانية متنافسة على معيار الـــ3G. بعض العروض من بين الثمانية كانت بنمط (Time Division Duplexing, TDD)، استخدم البعض النشر المباشر (DS: Direct Spread) والبعض الآخر متعدد الحامل (Multi Carrier). يبين الشكل رقم (3.4) الأنماط الثلاثة عشر.

الوصف	النفاذ	العرض	
اتصالات لاسلكية محسنة رقمية	TDMA	DECT	ETSI
اتصالات لاسلكية عامة	TDMA	UWC- 136	TIA TR45.3
W-CDMA متعدد الوسائط لاسلكي وتبادل الرسائل	CDMA	WIMS	TIA TR46.1
CDMA تقسيم زمن متزامن	CDMA	TD-SCDMA	CATT(الصين)
CDMA عريض النطاق	CDMA	W-CDMA	ARIB
CDMA تتابع مباشر متزامن	CDMA	CDMA I	TTA(كوريا)
CDMA تتابع مباشر غير متزامن	CDMA	CDMA II	TTA(كوريا)
CDMA نفاذ راديوي أرضي عريض النطاق لـــUMTS	CDMA	W-CDMA	ETSI
CDMA لأمريكا الشمالية عريض النطاق	CDMA	WCDMA/NA	T1P1 – ATIS
CDMA تتابع مباشر عريض النطاق ومتعدد الحامل	CDMA	cdma2000	TIA – TR45.5

الشكل 2.4: عشرة إحالات للـــITU، ثمان منها معتمدة على CDMA عريض النطاق.





الشكل 3.4: إحالات الـCDMA للـITU

كانت طريقة المقاربة لثلاثة عشر نمطاً بهدف مقاربتها إلى نمط واحد مستحيلة في ذلك الوقت. لم يقبل أحد التنازل عن اقتراحه الأصلي. جرت بعد ذلك محاولة تآلف ثلاثة عشر نمطاً إلى ثلاثة أساسية. شكلت هيئة مختصة بالموضوع (adhoc) من مشغلين عالميين، سميت مجموعة توافق (تآلف) مشغل (OHG: Operator Harmonization Group) في تشرين أول (أكتوبر) 1998. استلم المشغلون القيادة وقاربوا الثلاثة عشر نمطاً إلى ثلاثة بعد مفاوضات عدة. وقد أدت اللقاءات الخمسة التالية إلى عملية التآلف:

كانون الثاني (يناير) 1999:	أول لقاء لـ(OHG) "تمت الموافقة على إطار عمل التآلف" في بكين
آذار (مارس) 1999:	لقاء الـ(OHG) الثاني في سان فرانسيسكو
نيسان (أبريل) 1999:	اللقاء الثالث لـ(OHG) "إتفاقية فنية على الخطوط العريضة" في لندن
أيار (مايو) 1999:	لقاء الـ(OHG) الرابع في طوكيو
أيار (مايو) 1999:	لقاء الـ(OHG) الخامس "اتفاقية فنية نهائية" في تورنتو

صدقت في 13 حزيران 1999(يونيو) الاتفاقية الفنية للـ 3G لجهد تآلف الـ(OHG).

الأنماط الثلاثة مبينة في الشكل رقم (4.4). وقد تمت تغطية التفاصيل في المقطع (2.7).

المصطلحات:

FDD: مزاوجة (Duplex) تقسيم تردد — TDD: مزاوجة تقسيم زمن

CDM: تنضيد تقسيم رمز — TDM: تنضيد تقسيم زمن

IMT-2000

	TDD	FDD حامل متعدد	FDD نشر مباشر
معدل تقطيع الشبة	3.84 Mcps/ 1.28 Mcps	3.6864Mcps/ 1.228 Mcps	3.84 Mcps ميغا شبة/ثا
دليل مشترك	TDM	CDM	CDM
دليل مكرس	TDM	CDM	TDM
تزامن	متزامن	متزامن مثل cdma 2000	غير متزامن/متزامن

الشكل 4.4: اتفاقية تآلف الجيل الثالث

4 .12 مراجعة تقانة الجيل الثالث 3G[7]

بعد جهد التآلف، كانت أربع مناطق قد توصلت إلى اتفاق.

1.12.4 معدل تقطيع الشبة كحل وسط (Compromised Chip Rate)

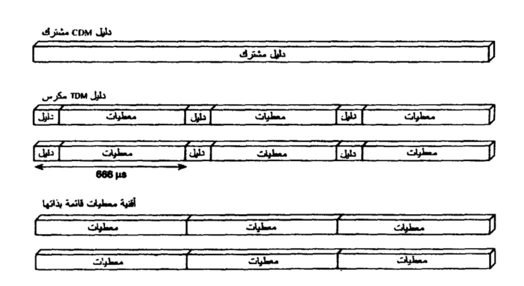
إن معدل تقطيع الشبة للـ(CDMA-DS) هو 3.84Mcps ومعدل تقطيع الشبة لـ (CDMA-MC) هو 3.86Mcps. من السهل الحصول على مرشح (Filter) بمعدلي تقطيع مختلفين مفصولين بدقة في كل نطاق (5) ميغاهرتز. ومع ذلك فإن المعدل (3.84Mcps) غير منسجم (متلائم) (compatible) مع النمط MC و(cdmaOne).

في تشرين الثاني (نوفمبر) استحوذ نمط FDD بحامل متعدد على نموذج معدل تقطيع منخفض قدره 1.228 Mcps (1.25 ميغاهرتز) واستحوذ النمط (TDD) على معدل تقطيع منخفض قدره 1.28 Mcps (1.6 ميغاهرتز)، كان على كليهما أن يعايَرا رسمياً.

2.12.4 بنية دليل Pilot Structure

إن بنية دليل مشترك للـCDM في الـ(CDMA-DS) هي نفسها كما في

الــ(cdma2000). مع ذلك تستطيع بعض أقنية المعطيات حيازة إشارات دليل TDM مكرسة مخصصة لمختلف المحطات المتنقلة كما هو مبين في الشكل رقم (5.4). في الــ CDMA-MC، إن أدلة (جمع دليل) الــCDM المكرسة هي إشارات دليل مساعدة مترافقة مع أقنية المعطيات كل على حدة، كما هو مبين في الشكل (6.4). تستخدم أدلة الــCDM المكرسة هذه لتحديد هوية الحزم المتعددة في قطاع واحد لأجل تنفيذ الهوائي الذكي.



الشكل 5.4: بنية دليل نمط نشر مباشر (Direct – Spread)

4 .3.12 البحث عن خلية Cell Search

البحث عن خلية بنمط حامل متعدد (MC: Multi Carrier): لنفترض بأن الخلية الحالية هي الخلية (آ). يوجد في الخلية -آ- رمز (تحديد هوية ID) خلية مشترك واحد. والذي يمكن أن ندعوه برمز بعثرة أو دليل وصلة نازلة (DL). يمكن استخدام نفس الرمز مع زمن تأخير لتعريف أو تحديد هوية خلية مختلفة كما هو مبين في الشكل رقم (7.4).

البحث عن خلية بنمط DS للعمل المتزامن: لنفترض أن الخلية الحالية هي الخلية (آ)، يوجد نوعان من أقنية التزامن في الخلية (آ)، قناة تزامن أولية (PSC: Primary Synchronization Channel) وقناة تزامن ثانوية (SSC: Secondary Synchronization

(Channel) مقيمة بكل نافذة (slot) زمنية. هناك خمس عشرة نافذة زمنية بكل مجموعة نوافذ (window) مدتها (10) ميلي ثانية كما هو مبين في الشكل (8.4). تستخدم الخمسة عشر نافذة زمنية هذه بكل قناة رمز تحديد هوية الخلية، والذي يمكن أن يكون رمز بعشرة الوصلة النازلة DL (0). بعد النفاذ الأولي، تكون علاقة التوقيت بين الخلايا المتجاورة معروفة. يمكن تطبيق إجراءات البحث نفسها عن خلية على نمط الـــMC.

دليل CDM مشترك

دليل مشترك

دليل TDM مكرس

دليل مساعد

معطيات	معطيات	معطيات

دليل مساعد

معطيات	معطيات	معطيات

أقنية معطيات قائمة بذاتها

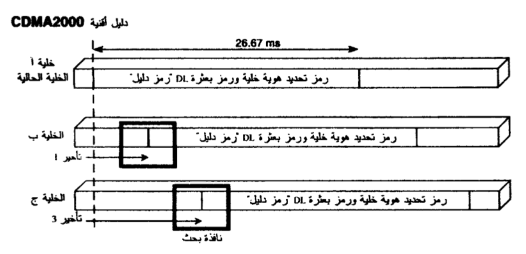
معطيات	معطيات	معطيات
معطيات	معطيات	معطيات

الشكل 6.4: بنية دليل نمط متعدد الحامل Multi Carrier

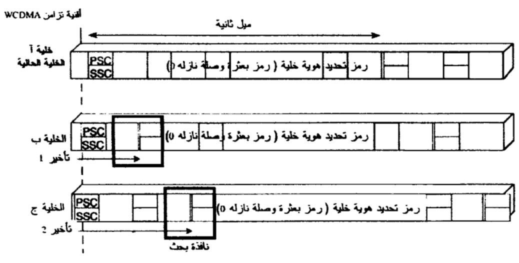
البحث عن خلية بنمط DS للعمل غير المتزامن: هناك ثلاث خطوات في هذا النمط عند البحث عن خلية للنفاذ الأولي.

1. إيجاد توقيت النافذة من الـــ(PSC) باستخدام ترشيح متوافق (matched filtering)
2. إيجاد توقيت رمز/الإطار ومجموعة ترميز (code group) من الـــ (SSC)
3. فك ترميز هوية الخلية.

يتم نشر الخمسة عشر حيّزاً زمنياً في الخلية الحالية -آ- في فاصل زمنـــي قدره (10) ميلي ثانية كما هو مبين في الشكل رقم (9.4). من المحتمل استخدام هذا النمط في مساحة مغلقة كسوق تحت الأرض (underground shopping mall).



الشكل 7.4: بحث عن خلية بنمط حامل متعدد

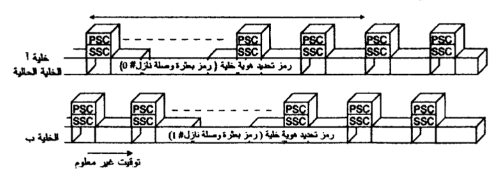


الشكل 8.4: بحث عن خلية بنمط نشر مباشر: تشغيل متزامن

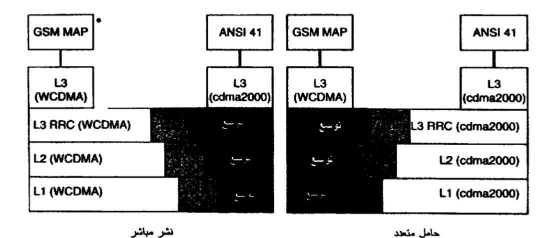
4.12.4 ربط شبكات الجيل الثالث

هناك شبكتا نواة رئيسيتان، شبكة نواة معتمدة على ANSI-41 مطبقة لأجل كلا (cdmaOne) وشبكات نفاذ النمط MC (الحامل المتعدد) المستقبلية وشبكة نواة معتمدة على (GSM-MAP) والمطبقة لأجل كلا الـGSM وشبكات نفاذ النمط DS (التتابع المباشر) المستقبليه. تربط ملاءمة شبكة – إلى – شبكة شبكات (NNI: Network to Network Interface) نفاذ النمط DS مع شبكات نواة معتمدة على (ANSI-41)، كما تربط شبكات نفاذ النمط MC مع شبكات نواة معتمدة على (GSM-MAP). تطور مجموعتا المعايرة

مشروع شراكة الجيل الثالث (3GPP: Third Generation Partner Project) ومشروع شراكة الجيل الثالث (3GPP2) المواصفة (hooks and extensions) "كلابات" و"توسعات" بمهمة مواءمة شبكة مع شبكة (NNI) كما هو مبين في الشكل رقم (10.4).



الشكل 9.4: بحث عن خلية بنمط نشر مباشر: تشغيل غير متزامن



الشكل 10.4: صنارات (كلابات) وتوسعات

في شبكة نواة الــ GSM-MAP، لكل من الطبقات L1,L2,L3 كلابات وتوسعات لربط الطبقات الثلاث المقابلة في شبكة نواة الــ(ANSI-41). إن للربط من شبكة نواة (ANSI-41) إلى شبكة GSM-MAP نفس الأسلوب. تزود الكلابات الوظيفية المحددة في إذن النشر الأولي لمعاييرَ توسعات المستقبل بدون تبديلات رئيسية في البروتوكول. تزود التوسعات عندما تكون الكلابات (الصنارات) في المكان الوظيفة الإضافية الضرورية لتحقيق المتطلبات المحددة. والوصف التفصيلي في المقطع (2.7).

* جزء التطبيق المتنقل للــ GSM (GSM MAP: GSM Mobile Application Part)

سترتبط شبكات نفاذ الـCDMA-TDD مع شبكات نواة الـGSM-MAP وسوف تحتاج لكلابات وتوسعات لمواءمة شبكة نواة الـANSI-41 مع كل طبقة من الطبقات الثلاث (L1,L2,L3).

5.12.4 نمط TDD

هناك اقتراحان للـ(ITU) واحد من الكاتيل/سيمنس والآخر من الصين. للمنظومة الصينية TD-SCDMA نموذجان، (1.6) و(5) ميغاهرتز. معدل التقطيع في نموذج (1.6) ميغاهرتز هو Mcps (1.28) وفي نموذج الـ(5) ميغاهرتز Mcps (3.84). إن فوائد استخدام الـTDD كما يلي:

1. يمكن اعتبار أي نطاق طيف مفرد ذا نطاق ترددي يساوي أو يفوق (1.6) ميغاهيرتز تطبيقاً للـTDD
2. يمكن للـTDD أن يتعامل مع حركة إتصال غير متناظرة ديناميكياً
3. كلفة البحث والتطوير للمنظومة منخفضة نسبياً
4. يمكن لكلفة الجهاز المحمول أن تكون أقل
5. لا حاجة للدوبلكسر * (duplexer) وحجم الجهاز المحمول باليد أصغر
6. استهلاك القدرة أقل
7. له أعلى كفاءة طيف. بالطبع إنه لمن الصعب نسبياً التوصل لمتطلبات خَطِّيَة (linearity) لمضخِم القدرة (PA: Power Amplifier).

إن التقانات الرئيسية في الـTD-SCDMA هي:

1. استخدام هوائي ذكي للإقلال من التداخل
2. استخدام نوافذ زمنية (time slots) متعددة (أي TDMA وDS/CDMA)
3. استخدام CDMA متزامن
4. كشف (detection) مُتعدد لتحسين طريقة الكشف
5. طريقة جديدة لحذف التداخل

---

*. الدوبلكسر: كتلة تستخدم مع هوائي واحد للإرسال والاستقبال مكونة من فجوات (cavities).

6. استخدام مناولة Baton للاستفادة من مناولة البرمجيات والتجهيزات (hard and soft). إنها مناسبة لنمط الـــTDD

إن المواصفة الرئيسية للـــTD-SCDMA مبينة في الجدول (1.4)

الجدول 1.4: المواصفة الرئيسية في الـــTD-SCDMA

فاصل الحامل	1.6 ميغاهرتز
معدل الشبه	(1.28) Mcps
TDD مكيف دوبلكس	فاصل 5 ميلي ثانية
تنضيد	SDMA + CDMA + TDMA
عدد النوافذ الزمنية	7/10
معامل النشر	16/8/4/2/1
تعديل التردد الراديوي	QPSK
معدل معطيات أساسي	9.06/20484.8/1.2 كيلوبت/ثا حتى 384 كيلوبت/ثا
كلام	8 كيلو بت/ثا
معدل معطيات أعظمي	حتى 2 ميغابت/ثا (غير متناظر)
المستقبل	تحديد موقع مستخدم، مناولة، وتجوال

13.4 قلق تطوير الـــ3G

1.13.4 قلق الباعة (VENDORS)

1. *الأوضاع السياسية:* تشجع حكومة الولايات المتحدة الابتكار، ولذلك يصبح الـــIPR (الملكية الفكرية) مسألة عظيمة لتقانات النفاذ الراديوي والتـــي تؤخر تطوير الجيل الثالث. في أوروبا، وضعت المجموعة جهودها الجماعية في إعداد شبكة نواة لاسلكية عالمية ناجحة مع نفاذ النظام GSM الراديوي. وسيقاومون التحرك لأي شبكة نواة مختلفة.
2. سوف تبطئ هيئات كثيرة، مثل OHG, 3GPP2, 3GPP, UMTS تطوير الجيل الثالث (3G).
3. *قضايا طيف:* إن طيف الـــIMT-2000 الذي تم إصداره غير قابل للاستخدام في الولايات المتحدة الأمريكية لهذا سيرغب الباعة تبنـــي حل الطيف متعدد النطاق بالجيل الثالث.

أيضا عدد قليل من نطاقات طيف جديدة لمنظومات الجيل الثالث العالمية هي قيد الاعتبار.

4. في حال تطوير منظومة بلا رؤية (seemless) بين ثلاثة أنماط فإن العمل على كلابات (hooks) وعلى توسعات (extentions) هو مصدر قلق كبير.

5. *تطوير فوكودر مشترك* (Develop a common vocoder): ستستخدم الــ GPRS في المستقبل الفوكودر (AMR (Adaptive Multiple Rate. وتستخدم الــcdmaOne الفوكودر EVRC وكلاهما مختلفان تماماً. يطور باعة الــ cdma2000 الــ(SMV)، وهو فوكودر آخر يمكنه اختزال معدل الترميز أكثر. من المرغوب به الآن الحصول على فوكودر مشترك لأغراض تجوال عالمية.

6. إن تطوير شبكة نواة معتمدة على بروتوكولات الانترنيت IP مفيد للمشغل، كما هو مذكور في المقطع (7.8).

7. إن الكلفة وزمن تأخير وقضايا توقيت منظومة ناضجة لتطوير الجيل الثالث غير معروفة للمشغلين. وليس للباعة أية فكرة حول ذلك أيضاً. إننا نواجه منظومة غير مؤكدة أبداً.

2. 13. 4 قلق المشغلين

1. إن مشغلي الــCDMA على مفترق طرق. بعض الأسئلة هنا من المحتمل أن يطرحها مشغل الــ(cdmaOne):

أ. أي من الأنماط الثلاثة للجيل الثالث من الواجب متابعته؟

ب. هل يجب أن تطبق cdma2000 1X اليوم؟

جـ. هل ستكون cdma2000 الرابح التقني للجيل الثالث؟

د. هل سيكون لــ: آسيا باسيفيك سوقٌ كبيرة للــ (cdmaOne) أم لــ(cdma2000 1x) في المستقبل القريب؟

هـ. ماذا ستكون الفائدة من اختزال الكلفة في انتقال الــ3G؟

و. هل ستكون الزبائن مسرورة مع الــ cdma2000 (CDMA-MC)؟

2. إن مشغلي TDMA/GSM على مفترق طرق أيضاً:

أ. هل سيكون الــGPRS أو EDGE الخطوة المؤقتة باتجاه الــ3G؟

ب. هل سيكون الـــCDMA-DS النمط المطور الأقل مجازفة؟

جـــ. كيف يمكننا جعل عملية الانتقال أكثر إقتصادية؟

د. هل يستطيع الـــcdma2000 أن يكون مأخوذاً بالاعتبار؟

14. 4 مستقبل الاتصالات اللاسلكية فيمابعد الـــ3G

تنمو الاتصالات اللاسلكية والانترنيت بسرعة. هناك الآن (500) مليون مستخدم للاتصال الخليوي المتنقل و(200) مليون مستخدماً للانترنيت حول العالم. من المؤكد بأن الاتصالات اللاسلكية ستندمج مع الانترنيت لمواجهة متطلبات المستقبل. ستتحرك الانترنيت باتجاه الانترنيت اللاسلكية. سيكون للشبكة نواة بروتوكول انترنيت لاسلكي. سيتم الحصول مستقبلاً على أية معلومات متاحة حول العالم من جهاز واحد في أي وقت وفي أي موقع كما هو مبين في الشكل (11.4).



الشكل 11.4: معلومات لأي جهاز في أي وقت

1.14.4 منظومة الاتصالات متعددة الأبعاد المتنقلة ، فئة منظومات واسعة.

1. منظومة وسط متعددة المعلومات هي التـــي تتضمن اتصالات، اتصالات حواسب، واتصالات تسلية.
2. منظومة وسط متعددة الإرسال هي التـــي تتضمن: صوتاً، معطيات، فيدو، ومرئيات.

3. إن الشبكة متعددة الطبقات multi layered هي التـــي تشمل الأرضية المتنقلة، المتنقلة الساتلية، وجو أرض.

على المنظومة أن تكون في نطاق الغيغا هرتز من أجل السعة العالية وأن تكون عريضة النطاق من أجل معدل معطيات عالي.

2.14.4 النفاذ الراديوي (Radio Access)

إن مدى الانتشار (Propagation Range) محدود بمتطلبات التردد العالي ومنظومة النطاق العريض. لهذا نحتاج ليكون لدينا على الأقل حل الـــ 50 أو 100 م الذي يستطيع استخدام الأمواج الميلي مترية أو وصلات الأشعة تحت الحمراء (infrared). إن توصيل رسالة نطاق ترددي عريض بحاجة إلى شبكة هجينه (Hybrid Network) أيضاً وإلى وصلة الخط السلكي مع اللاسلكي، والتـــي هي الوصلة الـــ 100 م الأخيرة أو أقل.

يمكن توفير وصلات خط النظر (LOS) باستخدام السواتل ذات المدار المنخفض (LEO) ومنصات سفن الهواء عالية الارتفاع شبه المتزامنة (Geosynchronvus) لاتصالات الأمواج الميكروية أو الميللي مترية. يمكننا بهذه التوجهات توفير ليس فقط خدمات السرعة العالية، وإنما أيضاً عرض النطاق العريض (السعة العالية).

3.14.4 الشبكة المعتمدة على المعلومات.

بما أننا نتطلع إلى عصر المعلومات، تصبح أهمية الشبكة المعتمدة على المعلومات في ازدياد. تخزن المعرفة في بنوك معطيات. يُمكن معالجة هذه المعطيات بأربع عمليات مختلفة: إنتاج، وتخزين، ونقل، وتطبيق. إن استخدام الضغط (compression)، والتخزين السريع (caching) والتحصيل المسبق (prefetching) في عملية النقل (transfer) هي من بين التقانات الجديدة المتاحة لتحسين شبكة معتمدة على المعلومات.

15.4 حلم تطوير الجيل الرابع (4G)

كان الباعة القوة المحركة وراء تطوير الجيل الثالث (3G)، ويرى المشغلون الوضعية الآن كما يلي:

الباعة ← يُعلموا مُزَوّدي الخدمة (المشغلون) ← يُعلموا المستخدمين.

في مجموعات معيار الـــ3G يُطور الـــ3GPP منظومة الـــDS- FDD ويُطور الـــ 3GPP2 منظومات الـــMC- FDD . بدأ الآن المشغلون بالقلق والخوف حول الكيفية التـــي تطور وتنفذ بها الباعة منظومات الـــ3G. هل ستعجب منظومة الـــ(3G) الزبائن؟ هل يستطيع المشغلون التحكم بكلفة المنظومة 3G؟ إذا كان المشغلون لا يودون منظومة الحل الوسط والمتعددة النمط هذه، ماذا ستكون الخطوة التالية؟ الجواب هو في الأمل بأن تكون منظومة الجيل الرابع (4G) منظومة مثالية. ستكون منظومة الجيل الرابع المثالية منظومة نمط واحد، ويجب أن يكون حافزها مصلحة العموم. يجب أن تكون العملية :

المستخدمون ←يُعلموا← مُزَوّدي الخدمة (المشغلون) ←يُعلموا← الباعة

سيكون المستخدمون سعداء بهذه الطريقة، وسيخلق هذا مزيداً من الأعمال لمقدمي الخدمة والباعة. من الطبيعي أن يحتاج الباعة تفهم هذه الطريقة الجديدة. وستكون وظيفة المُشَـــغِّلين (operators) قيادة الطريق بإبداع.

16.4 مراجع

1. W. C. Y. Lee, "Dual-Mode Capability in Cellular Communications," *Communication,* Nov. 1987.
2. W. C. Y. Lee, "Cellular Operators Feel the Squeeze," *Telephony*, May 30, 1988, pp. 22-23.
3. Bell Labs, "High Capacity Mobile Telecommunication System Developmental System Reports," No. 1-No. 8 published every 3 months from March 1977 to March 1979, submitted to FCC.
4. Cellular Systems, IS-54 "Dual-Mode Mobile Station-Base Station Compatibility Standard," EIA, Engineering Dep., December 1989.
5. Cellular System, IS-136 "800 MHz TDMA Cellular-Radio Interference-Mobile Station-Base Station Compatibility," TIA/EIA, December 1994.
6. OHG, "Harmonization Framework Agreement for 3G" Ottawa, Canada, June3, 1999.
7. 3GPP's 3G Specifidation, ITU IMT-2000 Workshop, Toronto, September 10-11, 1997.

تعلم من الماضي

1.5 منافسة زوجية

2.5 تأثير تعديل آخر حكم قضائي (MFJ)

3.5 قصة لماذا لا لميزة (التسديد على الطالب)

4.5 مُعيدوا البيع

5.5 Pactel تتحرك إلى النطاق A

6.5 منظومة بمعيار واحد مقابل منظومات متعددة المعيار في الخليوي.

7.5 التشارك بالطيف

8.5 لماذا لا لمستقبل تنوعي (Diversity Receiver) في المحطة المتنقلة؟

9.5 هوائي فوق سطح المركبة.

10.5 لا مودم معطيات جيد لأجل AMPS

11.5 لماذا لا معايير مواءمة مفتوحة؟

12.5 وصلات (links) الموجة الميللي مترية والموجة الضوئية (optical)

13.5 نموذج إحصاء معدل المطر في أقليم الولايات المتحدة

14.5 فشل سوق هاتف الصورة

15.5 لماذا فشلت الـــCT-2

16.5 واقع ومستقبل الـــGSM

17.5 شركة المعطيات الخلوية (CDI: Cellular Data Inc) ومسألة توقيت معطيات رزم رقمية خليوية (CDPD: Cellular Digital Packets Data).

18.5 الـــAMPS ضيقة النطاق.

19.5 المنظومات الراديوية المتكاملة المتنقلة (MIRS: Mobile Integrated Radio Systems) /منظومة الشبكة المحسنة الرقمية المتكاملة (IDEN: Integrated Digital Enhanced Network).

20.5 منظومة الـ(Metricom).

21.5 الإريديوم (Iridium) والغلو بال ستار (Globalstar)

22.5 المنظومات منخفضة الطبقة (Low-Tier)

23.5 مسألة التوقيت - إستراتيجية ابتكار خدمة

24.5 كيفية اختيار تجهيزات باعة جيده

25.5 درس من الخلايا المكروبة لـ(Pactel)

26.5 بدالات الـ 3B2O لـ AT & T

27.5 بضع أدوات هامة لمنظومات جديدة

28.5 مراجع

1.5 منافسة زوجية/1/

الطيف مورد طبيعي محدود واليوم هو سلعة نفيسة. للحصول على مردود طيف من وجهة نظر فنية، يجب أن يستخدم كامل الطيف المخصص لإدارة (Conduct) خدمة واحدة. مع ذلك من أجل عدالة المنافسة يحتاج الأمر لمشغلين أو أكثر لخلق وضعية متوازنة. لن يترك لعدد كبير جداً من المتنافسين المجال للمنافسة، حيث أن كلاً منهم يسعى لتشغيل نطاق ترددي صغير.

اعتماداً على ذلك فإن تخصيص نطاق ترددي ما بين (الـ 20) و(30) ميغا هرتز لكل مشغلّ في خدمة الخليوي أو الـ(PCS) هو خيار جيد. لم تتمكن في الماضي تراخيص خصص لكل منهـا نطاق قـدره (1) ميغاهرتز في المنظومة البريطانية (CT-2) من أن تدير خدماتها الهاتفية اللاسلكية بشكل مربح. يعنـي هذا أن وجود متنافسين كثيرين جداً مع طيف مخصص صغير سيؤدي إلى قتل الخدمة كلياً.

أيضاً، في المنافسة الزوجية، تحاول دوماً شركتان التنافس لكسب حصة السوق. مع ذلك، هناك ظاهرة التداخل الوحيدة في المنظومة الخليوية. كلما ازداد عدد الزبائن المخدمين من قبل المنظومة، يتعاظم التداخل وتهبط الجودة الكلامية للمنظومة. لهذا يريد الزبون الجديد الذهاب إلى منظومة لها حصة سوق منخفضة لأن جودة كلامها أفضل. كنتيجة، إن حصص السوق لمنظومتين في أي سوق متقاربتان جداً بغض النظر عن جهودهما في التسويق.

بدأت في عام 1987 شركة الهاتف الخليوي بلوس أنجيلوس (LACTC: Los Angelos Cellular Telephone Company) خدمتها في لوس أنجيلوس وأعلنت بأن منظومتها تخدم الصوت الرقمي. استخدمت في الحقيقة مقسم (بدالة) أريكسون الرقمي، لكن الصوت الراديوي (Radio Voice) كان لا يزال تماثلياً. لم يعرف الزبائن بأن جودة الصوت كانت جيدة بسبب العدد الصغير للزبائن في بداية الخدمة التجارية والتـي جعلت مستوى التداخل في الحركة للمكالمات منخفضاً في قناتها الصوتية.

2.5 تأثير تعديل آخر حكم قضائي (Impact OF MFJ)/2/

عُيّن في عام 1980 القاضي (Greene) من وزارة العدل (DOJ) لتجريد شركة (AT&T)

اعتماداً على قانون عدم الائتمان (Antitrust). كان على AT&T التخلي عن شركات بِل التشغيلية الإقليمية الـــ (26) التابعة لها. أُدمجت هذه الشركات في سبع شركات بل إقليمية دعيت بـــRBOCS. كانت Bell South وSouth Western Bell وPacific Telesis وNynex وBell Atlantic وAmeritech وUS West. أقامت وزارة العدل (DOJ) أول قضية عدم ائتمان ضد (AT&T) قبل أن يولد البعض منا. هنا مراجعة لتواريخ رئيسية:

14 كانون الثانـــي (يناير) 1949	تنشر وزارة العدل. قضية عدم ائتمان ضد AT&T
14 كانون الثانـــي (يناير) 1956	بوشرت محاكمة نهائية
20 تشرين الثانـــي (نوفمبر) 1982	دخل تعديل المحاكمة النهائية لـــ (MFJ: Madificution of Final Judgment)
1 كانون الثانـــي (يناير) 1984	حرمان الـــ (RBOCs)
2 شباط (فبراير) 1987	تنشر وزارة العدل تقرير الثلاث سنوات حول الـــ (MFJ)
10 أيلول (سبتمبر) 1987	القاضيGreene يخفف قيود خدمات المعلومات
3 كانون الأول (ديسمبر) 1987	القاضي Greene يوضح قيود التصنيع: حرمان التصميم.

عرفت الاتفاقية بين AT&T والقاضي Harold H.Greene بالـــ(MFJ)و تم توقيعها في 24 أب (أغسطس) 1987. كان على (RBOCs) ثلاثة قيود في الاتفاقية (MFJ)

1. تزويد خدمات اتصالات بدالة بينية (Interexchange) بعيدة أو خدمات معلومات
2. تصنيع أو تزويد منتجات اتصالات بعيدة أو تجهيزات منشات زبون ما (عدا تجهيزات منشآت زبون لخدمات طوارئ)
3. تزويد أي منتج أخر أو خدمة عدا اتصالات بدالة بعيدة، أو خدمة نفاذ بدالة (exchange)، أي ليست خدمة وحيدة طبيعية منظمة بالتعرفة الحقيقية.

إضافة لـــ(لا لأعمال تصنيع) ينص جزء من الـــ(MFJ) ما يني:

1. لا تستطيع (RBOC) إعطاء تعليمات للباعة عن كيفية التصميم أو تطوير المنتجات
2. أي منتجات تصنيع بالإمكان إنتاجها خارج الولايات المتحدة الأمريكية فقط بالإمكان بيعها فقط خارج الولايات المتحدة

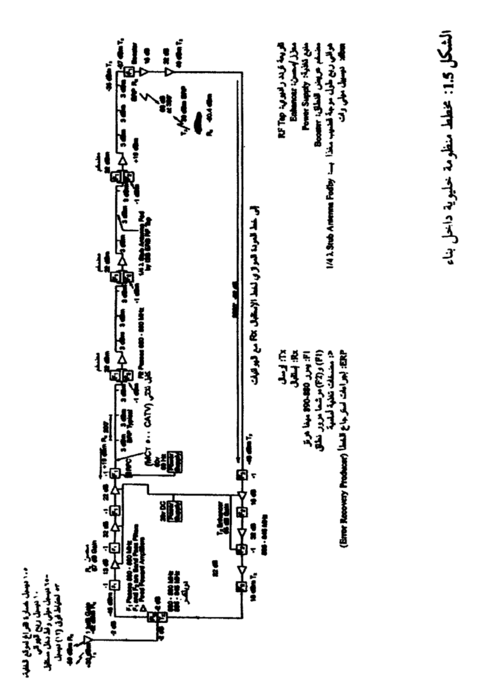
3. لا تشمل عبارة خارج الولايات المتحدة المكسيك وكندا. إذا انتهكت الـ(RBOCs) الاتفاقية (MFJ) فلسوف تعتبر المحكمة ذلك عملاً جنائياً. كانت مزايا (MFJ) انه لم يكن للـ (RBOCs) إمكانية تصنيع وبالتالي امتلكت شركات تصنيع الاتصالات اللاسلكية الصغيرة الفرصة للدخول في السوق.

شملت مساوئ الـ MFJ ما يلي:

1. ليس للشركات (RBOCs)خيار سوى استخدام تجهيزات الباعة .
2. سيّر مهندسو شركات (RBOCs) عمل السوق، فهموا المشاكل، وكانوا مدربين في إيجاد الحلول ولكنهم لم يتمكنوا من إمرار هذه الحلول إلى الأمام.

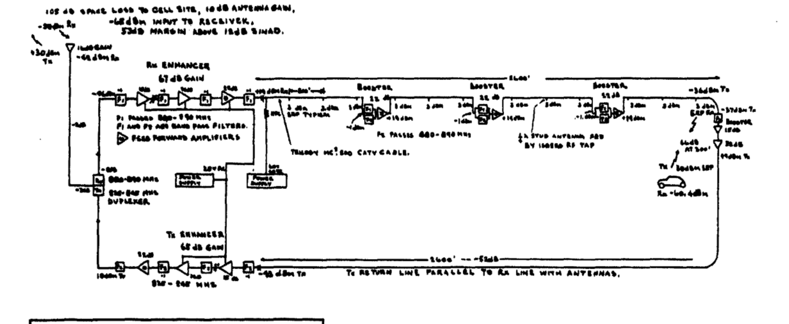
فيما يلي قصص حول تأثير الـ (MFJ):

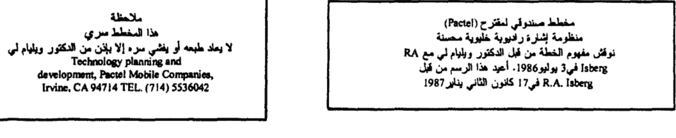
1. اخترعت منظومة خليوية داخل بناء عام 1986. في 23 تموز (يوليو) لعام 1986 طلب (W.C.Y. Lee) من المستشار (R. A. Isberg) تسعير كلفة بناء نموذج تجريـــي لفكرة Lee والتـــي رسمها على منديل ورقي في كافتريا بمطار فرانسيسكو. فيما بعد أعاد Isberg رسم مخطط منظومة Lee كما هو مبين في الشكل (1.5) والمستند (5A). وجد محامي اتفاقية MFJ لشركة Pacific Telesis الرسم بعد استلامه من قبل Lee وخشي من أن الرسم كان انتهاكاً للاتفاقية (MFJ). نصح Lee لكونه موظفاً بشركة الخليوي Pactel بأن يوقع رسالة ويرسلها إلى Isberg. أبدى في الرسالة خبرته بالرغبة بالتنازل عن حق براءته وبالتالي لن تكون هناك قضية بشأن الاتفاقية MFJ. طورت المنظومة داخل البناء عام 1987، لكن لم يكن لأي شخص في الشركات RBOC ليجرؤ على جعل منظومة مخترعة تجارية من وجهة نظر الاتفاقية (MFJ). جثمت منظومة من صنع مستشار هذه في مخبر Lee. ذكّر Samginn رئيس Pacific Telesis (Lee) عام 1988 بالعرض القديم حول المنظومة داخل البناء وإن عليها أن تركب في بناء Pactel Telesis. استغرق التحضير ثلاثة أسابيع. في 9 أيلول (سبتمبر) لعام 1988 تم تشغيل المنظومة بموجب ترخيص تجريـــي تم إصداره لـــ(Cellular-One))، سان فرانسيسكو.



الشكل 1.5: مخطط منظومة خلوية داخل بناء

إن محسن Enhancor الخلية منخفضة القدرة المصنع من قبل Isberg مبين في الشكل (2.5). كان الهوائي الياغي (YAGI) مركباً على سطح المصطبة (تراس) واستخدم للإرسال والاستقبال من موقع خلية لشركة (Cellular-One)، كما هو مبين في الشكل رقم (3.5). الهوائي المركب في المر آب مبين في الشكل (4.5).



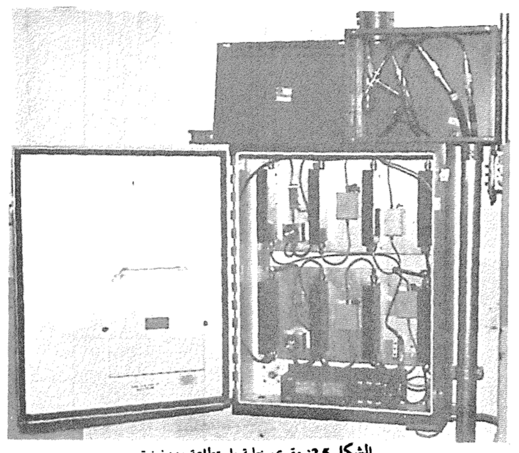


ملاحظة
هذا المخطط سري
لا يعاد طبعه أو يفشي سره إلا بإذن من الدكتور وليام لي
Technology planning and
development, Pactel Mobile Companies,
Irvine, CA 94714 TEL. (714) 5536042

مخطط صندوقي لمقترح (Pactel)
منظومة إشارة راديوية خليوية محسنة
نوقش مفهوم الخطة من قبل الدكتور وليام لي مع RA
Isberg في3 يوليو1986. أعيد هذا الرسم من قبل
R.A. Isberg في17 كانون الثاني يناير1987

المستند (5A) أول منظومة اتصالات داخل بناء

استطاع سائقون قادوا لداخل المرائب تحت الأرض إكمال مكالماتهم الخليوية دون انقطاع. كان جميع الموظفين سعداء عندما استطاعوا إتمام مكالماتهم ضمن سياراتهم الليموزين عند دخولهم المرآب تحت الأرض.



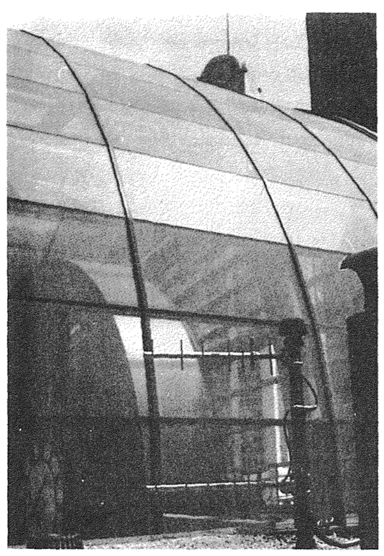
الشكل 2.5: مقوي خلية باستطاعة منخفضة

2. نموذج تجريـــي قليل الكلفة لمكبر (معزز) عام 1988. حاول **Lee**، لدى **Pactel Cellular** تصميم معزز (مقوي) صغير الأبعاد، قليل الكلفة كان بالإمكان تركيبه بسهولة على أي عمود مصلحة شبكة عامة. دعي المقوي بمعيد (**Repeater**)، يقوي الإشارة بعد استقبالها. في عام 1985، كان المقوي التجاري كبيراً كالبرادات. ثم اختزال الأبعاد في عام 1988، لكنه بقي كبيراً. صنع (**Lee**) عشرة منها صغيرة كما هو مبين في الشكل (5.5) وخطط لانتشارها في منظومة (**Pactel**) الخاصة. ركبت الوحدة التجريبية على عمود شبكة عامة في **Luguna canyon** على هضبة **Luguna** في مقاطعة **Orang** كانت النتيجة

جيدة جداً. إلا أن محامي اتفاقية (MFJ) نصح Lee بأن لا يضعها في الخدمة لأنه لم يسمح لــ(Pactel) بصنع أي إنتاج حتـــى للاستخدام الداخلي. فيما بعد كان لـــ (Pactel) بعام 1991 اتفاقية أن يكون Avantek مصنعاً لهذا المقوي رخيص الكلفة. لسوء الحظ تم شراء (Avantek) من قبل HP وألغيت الصفقة.

3. هوائي شبكات الاتصالات الشخصية (PCN: Personal Communication networks) صنع لصالح الشركة البريطانية UK Microtel: أرسلت (Pactel) عام 1989 Lee مع الطاقم الفنـــي إلى إنكلترا لتقديم طلب ترخيص الـــPCN (PCN: Personal Communication Network) الذي ربحته. دُعيت شركة الاتحاد الجديدة بـــ (Microtel). كان تردد الـــ(PCN) هو (1800) ميغاهرتز. لم يكن في السوق حينئذ محطات قاعدة أو محطات متنقلة تجارية. كانت Microtel في عجلة من أمرها للحصول على هوائي محطة قاعدة بالتردد (1800) ميغا هرتز من كندا، والذي يكلف (5000) دولار. سمع Lee بذلك وطلب فوراً من مهندسيه صنع عشرة هوائيات. اثنين لمحطات القاعدة وثمانية للمحطات المتنقلة خلال ثلاثة أسابيع . كانت الكلفة حوالي (30) دولاراً (الشكل 5.5). اعتقد Lee بأن إنتاجًا صنع في الولايات المتحدة وأستخدم خارجها سوف لن ينتهك اتفاقية (MFJ) في حينه. خطط Lee للطلب من شركة Microtel بدفع (500) دولار لكل هوائي، وتمت الموافقة على السعر، مع ذلك نصح محامي اتفاقية MFJ بشركة Pactel، Lee بأنه وفقاً للاتفاقية (MFJ)، ليس بالإمكان بيعها حتـــى خارج الولايات المتحدة. الخيار الأخر كان إعارة الهوائيات المصنعة وطنياً لـــMicrotel لمدة 90 يوماً. لم يحصل بهذه الطريقة كل من Lee وطاقمه الفنـــي على أي مكافأة مالية.

4. إعداد تخطيط وتصنيع في (Tijuana) – المكسيك، في عام 1989: بسبب أن كان لـــ (Pactel) سوقٌ خليوية في (San Diego) كان من السهل إعداد تصنيع في (Tijuana)، والتـــي تبعد أربعين ميلاً عن (San Diego). يجب أن لا يكون التصنيع والبيع خارج الولايات المتحدة انتهاكاً للاتفاقية (MFJ) لكن وفقاً لما شرحه محامي اتفاقية (MFJ) لشركة (Pactel) فإن هذا لا يشمل المكسيك وكندا. في هذا الوقت أنسحب Lee نهائياً.

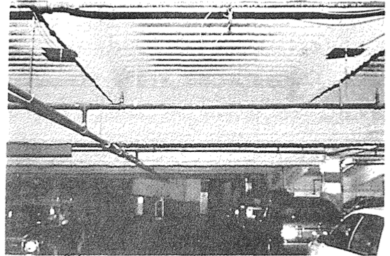


الشكل 3.5: هوائي ياغي مركب على سقف تيراس (مصطبة)

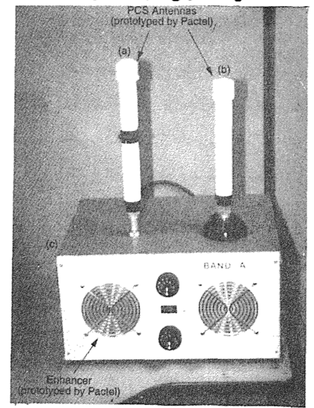
3.5 قصة لماذا لا لميزة (التسديد على الطالب)

قال منفذون ومهندسون كثر بان تقدم المنظومات الخليوية الأوروبية كان قد استفاد من ميزة أن يتولى طالب المكالمة الدفع و لم يكن كذلك في الولايات المتحدة. تستطيع المنظومات الخليوية في الولايات المتحدة اليوم أن تحصل فقط على ميزة الدفع على الفريق المتنقل (Mobile Party Pay) عن زمن الأشغال على الهواء (Air-Time) بكلا الاتجاهين. يعني هذا بأن مشترك المحطة المتنقلة يدفع عن زمن الأشغال على الهواء لكل من الفريق الطالب (الصادر) والمطلوب (الوارد). إن مشتركي الخليوي بسبب هذه الترتيبة غير راغبين في إعطاء

أرقام هواتفهم لأي أحد ما لم يكن بمقدورهم تبرير دفع قيمة المكالمة. كنتيجة لا يمكن لترويج استخدام الدقائق في هذا البلد أن يكون مثل أوربا. هل تمتلك الولايات المتحدة التقانة أم لا؟



الشكل 4.5: هوائي آخر مركب في مرآب



الشكل 5.5: نموذج تجريبـي لمقوي صغير القياس – قليل الكلفة.

ظنت AT&T في عام 1976 بأن منظومات الخليوي ستكون خط أعمالها لأنها هي التـــي اخترعتها. خططت لنشر المنظومة الخليوية في كل من شركات (RBOCs) الـــ 21. ونظراً لأن الأعمال (business) الخليوية لكل إقليم (منطقة) سوف تكون لشركة إقليمية واحدة، كان بالإمكان توضيع أعمال فوترة المكالمات الصادرة والواردة في المكتب المركزي – الفئة 5 (Class 5 Central Office) وهو المكتب المركزي السلكي. أمرت (DOJ) بشكل غير متوقع تجريد AT&T وأمرت بفصل جميع أعمال الشركات الـــ (BROCs) عن أعمال السلكي. نظراً لأن بدالة (مركز تبديل) الهاتف النقّال (MTSO: Mobile Telephone Switching Office) ليس المكتب المركزي ذا الفئة (5)، و لم يكن لديها تسجيل لرقم هاتف المكالمة الواردة، لهذا أضاف (MTSO)منظومة فوترة دعيت حسابات إدارة آلية (AMA: Automatic Management Accounting)لفوترة الوقت على الهواء لكلا المكالمات الصادرة والواردة إلى رقم الهاتف النقّال نظراً لعدم قدرتها على حصول التسجيل من المكتب المركزي ذي الفئة (5) لفوترة الوقت على الهواء للمكالمات الواردة. كانت شركات السلكي رافضة السماح لـــ (MTSO) أن يكون مكتباً مركزياً من الفئة (5) بسبب التجريد ما لم تجبرها الحكومة على ذلك. كانت ميزة أن لم يكن بالإمكان تنفيذ ميزة ((الطالب يدفع)) عائدة لسبب تجاري وليس لسبب تقنـــي.

4.5 معيدو البيع Resellers

معيد البيع (Reseller) هو من لا يملك نظاماً تشغيلياً خاصاً به ولكن يريد أن يكون مزود خدمة (SP). حصلت كثير من الشركات غير السلكية في عام 1984 (ليست شركة هاتف) على تراخيصها لكن المنظومات لم تكن جاهزة للتشغيل. حصلت على أرقام هواتف نقالة من الـــFCC وطلبت من الشركات السلكية (شركة هاتف) التـــي تدير المنظومات الخليوية كي تخدم زبائنهم. مثلاً كانت الـــ (LACTC)معيد بيع أعادت بيع خدمة Pactel في عامي 1985 و1986 كان لها كمية كبيرة (chunk) من أرقام نقّالة على بدالة Pactel. دفعت رسماً مخفضاً لـــ Pactel ثم قامت بفوترة زبائنها مباشرة بتعرفتها الخاصة. إن لهاتف الـــ AMPS

ميزة خيار A وخيار B، أي استخدام خيار نطاق A (نطاق خط لاسلكي). أو خيار نطاق B (نطاق خط سلكي). كانت هواتف (LACTC) موضوعة باستمرار على الأفضلية A عندما كان يطلب مستخدمو شركة (LACTC: Los Angeles Cellular Telephone Company) المكالمة على النطاق A و لم تكن هناك منظومة A، كانت المكالمة تذهب آلياً إلى منظومة النطاق B.

كانت هذه طريقة الـــFCC في المحافظة على منافسة عادلة بسبب تأخر انتشار منظومات مشغلي النطاق A في الأسواق. لهذا لم تحتاج LACTC دفع منظومتها الخليوية للعمل بصورة أبكر بسبب وضعية معيدي البيع. أرهق عدد الزبائن المتنامي بدالات Pactel. كان من الصعب جداً تشغيل منظومة جديد ة غير مجربة في أسواق Los Angeles مع محاولة المحافظة على قاعدة المجاراة مع نمو عدد الزبائن بسرعة. نشأت عدة مشاكل غير متوقعة من قضايا السعة والإدارة الترددية إلى المناولة وقضايا أخرى.كان تحدياً كبيراً المحافظة على الجودة الكلامية بينما يزداد عدد الزبائن. كلما تحسنت الجودة الكلامية كان يفسدها ازدياد الحركة. إضافة لذلك جعل زبائن معيدي البيع الأمور أكثر صعوبة لمشغل المنظومة. واظبت Pactel على دفع LACTC لفتح (تشغيل) منظومتها. كان هناك عدة تأخيرات في البرامج. لو لم يكن لـــFCC سياسة إعادة البيع فان الحالة كانت ستكون مختلفة. كان على LACTC أن تكون عملت بمشقة اكبر لتشغيل منظومتها أبكر للعناية بزبائنها، وعلى PACTEL أن تكون راغبة بأن لا تتمكن LACTC من تأخير تشغيل منظومتها.

عندما افتتحت LACTC منظومتها خلال النصف الثانـــي من عام 1986. نقلت زبائنها إلى بدالتها باعتبار أن كان لديها حوالي خمس الزبائن الذين كانوا لـــPactel، فقد بيّنت منظومة LACTC مشاكل تداخل أقل بسبب الحمل الأقل عند بداية الخدمة. ادّعت الشركة بأن لديها منظومة ذات جودة أعلى نظراً لتفوق الجودة الكلامية .لا يعلم الزبائن بأن الحركة الخفيفة تحسن الجودة الكلامية وبالتالي ربحت LACTC زبائن كثر .لكن وحالما بدأ عدد الزبائن بالارتفاع ، بدأت الجودة بالانحدار بسبب تداخل ولّده حمل الحركة.

5.5 Pactel تتحرك إلى النطاق A

وضعت FCC قبل عام 1985. قاعدة هي أن الشركات غير الهاتفية (دعيت باللاسلكية) قادرة على تشغيل النطاق Aفقط. وأن شركات الهاتف قادرة فقط على تشغيل النطاق B. بدأت Pactel بعد عام 1985 تتحدى قاعدة الـــFCC هذه واشترت شركة :CI) Communication Industry) المالكة لسوق النطاق A مثل San Diego، وsan Francisco وAtlanta وشركات صغيرة في أسواق نطاق A أخرى. امتلكت (CI) أيضاً مُصَنِّعَيْن، هما شركة BBI لتصنيع أجهزة نداء اللاسلكي (A Paging Manufacturing) وشركة DB للتصنيع الراديوي. كانت Pactel شركة فرعية لـــPacific Telesis أحد أبناء شركة بل السبعة (Baby Bell). كان الحاجز الأول لـــ Pactel هو الحصول على موافقة تشغيل في النطاق (A) من القاضي (Greene) الذي عالج تجريد AT&T. كانت الموافقة المشروطة:

1. لم يكن بإمكان Pactel امتلاك ترخيصين في نفس السوق
2. لم يكن بإمكان Pactel تسيير أعمال تصنيع اعتماد ا على قيود (MFJ).

باعت Pactel سوق San Diego إلى US West وتخلصت من منتجات DB وBBI في عام 1986.

في عام 1986 منحت الـــ FCC وثيقة تنازل لـــ Pactel بالعمل بأسواق النطاق A كان من الصعب تحديد قيمة كل سوق عام 1985. بعدئذ استخدمت عبارة دولار/سكانـــي $/POP، والتـــي تشير إلى سعر الشراء مقسوماً على عدد سكان السوق. اشترت Pactel الـــ CI بسعر قدره 32 دولار/سكاني. في عام 1985 قالت شركة Cellular Industry بأن السعر كان عالياً جداً. فيما بعد في عام 1986 أعتبر سعر صفقة CI منخفضاً جداً لأن أسواق النطاقA الأخرى بيعت بسعر أعلى.

بعد شراء Pactel لـــ CI وبعد أن عملت في أسواق النطاق A، تابعت القضية جميع شركات الـــRBOCs وسيرت أسواق النطاق A. نظراً لأنه أمكن تشغيل النطاق A (النطاق خط -لاسلكي) من قبل شركات (خط سلكي) والتـــي افترض بأنها تستطيع فقط تشغيل (النطاق خط – سلكي)، وهو النطاق B فقد تم إهمال العبارتين، نطاق خط – سلكي ونطاق خط – لاسلكي و لم يعد لهما معنـــى اليوم.

6.5 منظومة بمعيار واحد مقابل منظومات متعددة المعيار في الخليوي

في البداية كانت المنظومة الخليوية للجيل الأول في شمال أمريكا منظومة معيار واحد دعيت بالـــ (AMPS). لكن كان لكل دولة في أوروبا منظومتها الخاصة بها. لم يكن هناك معيار واحد في القارة الأوربية. طورت أوروبا بعد ذلك معياراً واحداً هو الـــ(GSM) لمنظومات الجيل الثانـــي الرقمية، لكن الولايات المتحدة كانت لها أربع منظومات مختلفة هي: تماثلية، DCS 1900، CDMA، TDMA، ولو كان هناك معيار واحد فإن الجهد المكثف قادر على جعل منظومة هذا المعيار أفضل باستمرار. اخترقت الـــGSM الآن، بالرغم من أنها ليست منظومة عالية السعة، العالم كما كان حال المنظومة التماثلية خلال بدايتها. تغدو قضية التجوال (Roaming) بأربعة منظومات مختلفة ونطاقين ترددين مختلفين هما (800) و(1900) ميغاهرتز حرجة جداً. تحتاج المنظومات الأربعة في الولايات المتحدة لاستخدام القناة التماثلية كقناة تجوال المنظومة الدخيلة. استطاعوا في أوروبا سحب المنظومات التماثلية. لا تستطيع الولايات المتحدة ذلك وخاصة لأجل الخدمة (E911)، يجب علينا أن نعول على المعيار الواحد فقط وهو: المنظومة التماثلية على المستوى الوطنـــي. بحيث تستمر حية إلى حين انتشار الجيل الثالث بالكامل. خلال ذلك لا تستطيع منظومات الجيل الثانـــي الأمريكية منافسة منظومة الـــGSM. يضاف إلى ذلك إن لكل من المنظومات الأربعة شكل موجة راديوي مختلف وغالباً قادرة على مداخلة بعضها البعض. ستكلف طريقة اختزال التداخل بينها عالياً ومن المحتمل عدم العثور عليها أبداً.

7 .5 التشارك بالطيف SPECTRUM SHARING

تزيد سياسة التشارك بالطيف من مردود الطيف. تشارك الطيف لخدمتين أو أكثر تحت إدارة مشغل واحد هو أفضل سياسة. يحتاج تشارك الطيف بين مشغلين (Two Operaters) لخدمتين مختلفتين إلى حذر شديد. فمثلاً ينتج تداخل ضار محتمل على المنظومة الخليوية من خدمة الجو – أرض كما هو مبين في الشكل (6.5) نظراً لأن خدمة جو – أرض/3/ (ATGSs: Air To Ground Service) الـــATGS تحاول مشاركة نفس الطيف الخليوي في الـــ(800) ميغا هرتز. يمكن لإشارة الـــATG المستقطبة أفقياً في الوصلة العكسية (من الطائرة

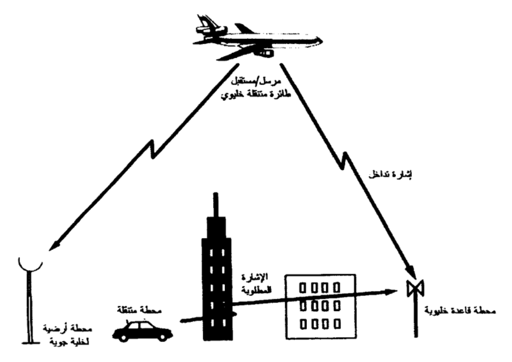
إلى المحطة الأرضية) أن تتسرب بقوة إلى هوائي الاستقطاب العمودي في محطة القاعدة الخليوية كما بينت القياسات/3/. كما أن تحكم القدرة في الخدمة ATGS غير قادر على تخفيف التداخل الضار بفعالية والناتج عن المنظومة الخليوية . عندما تطير طائرة بالقرب من محطة قاعدة كما هو مبين في الشكل (6.5) ولكنها بعيدة عن المحطة الأرضية للخدمة (ATGS)، يزيد تحكم قدرة خدمة الـــ(ATGS) من قدرة مرسل الطائرة بسبب ضعف استقبالها من قبل المحطة الأرضية.

تُولّد زيادة القدرة هذه تداخلاً ضاراً على المحطات الخليوية الأرضية. إلى جانب ذلك أثبت تخصيص الطيف (800) ميغاهرتز للخليوي مردوده السعوي بالمقارنة مع أي خدمة أخرى في نطاقات طيف أخرى. إن خدمات الخليوي المستقبلية معرضه بصورة خاصة لتداخل ضار على النحو التالي:

1. ستكون الخدمة (E 911) مقدمة من قبل مشغلي الخليوي عام 2001، بالزام من قبل الـــFCC. لا تتحمل هذه المنظومة أي تداخل. إنها مسألة حياة أو موت.
2. إن محطة قاعدة الخليوي في طريقها لاستخدام استقطابين، عامودي وأفقي بدلاً عن الاستقطاب العامودي فقط وذلك لتحسين استقبال الإشارة من المحطة المتنقلة.
3. ستكون إشارة حركة (Traffic) المنظومة الرقمية (CDMA)ذات الشدة المعادلة واحد لعشرين من شدة الإشارة التماثلية عرضة للتداخل غير المرغوب بصورة أكثر. سيقلل أي تداخل أجنبـــي سعة منظومة الـــ (CDMA) إلى النصف.
4. ستنفذ منظومة المستقبل ذات مردود الطيف المحسن، أي منظومة الجيل الثالث عند طيف الـــ(800) ميغا هرتز عام 2001. لا يمكن لمنظومة مردود الطيف الجديدة أن تتأثر بأي تداخل أجنبـــي.

لهذا السبب يمكن لسياسة تشارك الطيف أن تطبق فقط على طيف مخصص فيه خدمة واحدة ليس لها نمو في الاستخدام، أو أن فصل الاستقطاب كافٍ لعزل التداخل بين خدمتين. من الطبيعي إذا احتاجت خدمة رئيسية تحسيناً مستمراً وكانت تستخدم أيضاً تقانة جديدة باستقطابين لتحصيل مردود الطيف ضمن طيفها، بعدئذٍ لن تستطيع الـــFCC وقف السماح لتقانة الاستقطاب الجديدة أن تطبق على الخدمة الرئيسية كي تحقق سياسة التشارك بالطيف

مع خدمة ثانوية.



الشكل 6.5: تداخل ضار من منظومة طائرة على محطة قاعدة خليوية

8.5 لماذا لا لمستقبل تنوعي في المحطة المتنقلة؟ (Why no diversity receiver at the mobile station)

صممت مخابر بل في عام 1970 طريقتين للتنوع الفراغي ووضعت إحداها في محطة القاعدة والأخرى في المحطة المتنقلة. كان الفصل الجغرافي لهوائي محطة القاعدة مساوٍ لثمانية أطوال الموجة المستخدمة (يساوي تسعة أقدام عند التردد 850 ميغا هرتز)، وهو مستخدم حالياً. يساوي الفصل في المحطة المتنقلة لنصف طول الموجة المعمول بها (أو ستة إنشات عند التردد 850 ميغا هرتز). يمكن لهوائيين تفصلهما مسافة قدرها ستة إنشات أن يركبا على سطح المحطة المتنقلة دون أية صعوبة. يستطيع بعد ذلك المصمم أن يقرر تقانات ضم مختلفة لإشارتـــي تنوع. هناك عائلتان من تقانات الضم استخدمت بعد استقبال إشارتين من هوائيين:

1.إن التقانة باستخدام جهازَي استقبال هي ضم نسبة عظمى (إشارة إلى الضجيج) أو ضم

ربح متساوي (بنفس الطور Cophase) أو ضم انتقائي.

2. إن التقانة باستخدام جهاز استقبال واحد هي ضم مبدل (Switched Combining). إن التبديل (switching) معتمد على مستوى عتبة محدد مسبقاً (Predetermined Threshold Level).

ينتج عن ضم الإشارتين المستقبلتين باستخدام جهازَي استقبال أداء أفضل، إلا أن كلفة الحصول على جهازَي استقبال عالية. يحقق استخدام جهاز استقبال واحد للضم كلفة قليلة، لكن الأداء غير مرغوب فيه. يفوق بالغالب الأداء عند استخدام جهاز استقبال واحد بتنوع (One-Receiver Diversity) أداء استخدام جهاز استقبال واحد بدون تنوع عندما تكون الإشارة مقبولة.

مع ذلك إن أداء جهاز استقبال واحد بتنوع أسوء بشكل ملحوظ مقارنة مع عدم التنوع عندما تكون الإشارة ضعيفة. يفترض بالتنوع أن يساعد الإشارة الضعيفة، لكنه لا يفعل ذلك. صنعت في البداية شركات E. F. Johnson، موتورولا، NEC أجهزة استقبال متنقلة بتنوع متنقلة. نظراً لأن أداء جهاز استقبال واحد بتنوع لم يكن جيداً في بقع الإشارة الضعيفة لم تعجب أحداً، لهذا لم تستمر أجهزة استقبال التنوع.

أعطانا اختيار جهاز استقبال بتنوع اعتماداً على كلفة قليلة فقط درساً. عند تصميم منظومة جديدة أو تطبيقاً لا تفكر بالكلفة إذا كان خطر الأداء المنخفض محتمل الحدوث.

يربح العمل (business) دوماً الأداء الأفضل وإن بكلفة عالية، تماماً مثل الـAMPS على المدى البعيد. كانت كلفة المحطة المتنقلة تفوق (3000) دولاراً في عام 1984. انخفضت الكلفة بسبب حجومات الشراء وتقدم التقنية فأصبحت كلفة الجهاز المحمول باليد لا تتجاوز (150) دولاراً.

9.5 هوائي فوق سطح العربة

أوصى مشغلو المنظومة في عامي 1983 و1984 مع بداية المنظومة الخليوية بأن يركب هوائي المحطة المتنقلة في منتصف سطح العربة من أجل استقبال جيد ونظراً لان السطح

مصنوع من المعدن فإن بالإمكان استخدامه كمستوى أرضي جيد. يتيح تركيب الهوائي على السطح بأن تكون خواصه الإشعاعية منتظمة حول الـ(360°) بالمستوى الأفقي. لكن التركيب على السطح يحتاج إلى ثقب فيه، أي أنه من الضروري ثقب سطح السيارة لتوصيل الهوائي مع مستقبل المحطة. لم يرغب معظم الزبائن ثقب سطح سيارالهم، لهذا رغبوا بالهوائي المركب على زجاج عندما وصل إلى السوق. مع ذلك كان الهوائي المركب على الزجاج أضعف بـ(3) ديسيبل مقارنة مع الهوائي على سطح العربة بسبب أن المسار الكهربائي كان يستخدم التحريض في التوصيل الوهمي (virtually) بين الهوائي على النافذة الخلفية من جانب وجهاز الاستقبال من جانب آخر. كانت الزبائن تريد تحمل بعض تدنـي (degradation) الجودة في الاتصال مقابل عدم ثقب سطح العربة.

استبدلت بالتدريج الهوائيات المركبة على الزجاج بهوائيات سطح العربة بناء على طلبات الزبون و لم تعد هوائيات السطح موجودة بالسوق بعد ذلك. ونسي الزبون سريعاً خسارة الـ (3) ديسيبل بسبب الهوائي المركب على الزجاج وكان يشتكي من أداء الخدمة. لهذا حاول مهندسو المنظومة مراراً إيجاد طريقة لتعويض الـ (3) ديسيبل.

10.5 لا موديم معطيات جيد من أجل AMPS

كانت شركات تصنيع مودم معطيات الخط السلكي عام 1984 تحاول تصميم مودمات لتطبيقات خليوية. اعتقدت بأن الفرق الوحيد في التصميم بين مودم الخط السلكي والمودم الخليوي كان ميزة المناولة في الأخير. كان معدل الإرسال (300) بت/ثانية. فُقد جزء من المعطيات خلال الدفقة القصيرة (Short Burst) خلال (100) ميلي ثانية أثناء عملية المناولة واحتاج الأمر إعادة الإرسال. مع ذلك كانت جودة مودم الخليوي ضعيفة جداً. كان سبب ذلك كما يلي:

1. تختلف الظروف المحيطة بالمرسل الراديوي المتنقل عن الإرسال السلكي. ولدّت الظروف المحيطة للراديو المتنقل خطأ الدفقة (Burst) بالإشارة بسبب الخفوت الناجم عن خفوت تعدد المسار الذي يشوّه الإشارة بينما ولدت الظروف المحيطة بالإرسال السلكي خطأً

عشوائياً بالإشارة نتيجة الضجيج الغاوسي بالمحيط. عندما تسير المركبة بسرعة أكبر يغدو طول الدفقة أقصر وعندما تسير ببطء اكثر يغدو طول الدفقة أطول.

عند إرسال معطيات في هذا الوسط يحتاج الأمر لإعادة بناء بروتوكول الاتصال السلكي. ليكافح في هذا الوسط كي يتمكن من تحويل أخطاء الدفقة إلى أخطاء عشوائية، كمثال استخدام بناء تشابكي في البروتوكول (Interleaving Structure).

2. ان منظومة الـــ(AMPS) للإرسال الراديوي المتنقل مختلفة عن الإرسال اللاسلكي الثابت، والذي لا يعانـــي من ظاهرة الخفوت. فالـــ(AMPS) منظومة تعديل ترددي (FM) صممت في ظروف الخفوت متعدد المسار للكلام بصورة رئيسية. إن الـــ(AMPS) ليست مصممة من اجل المعطيات.

إن لمرسل/مستقبل التعديل الترددي جهازاً يدعى بالمُركِز الأولي عند المرسل، وآخر يدعى بحاذف التركيز(التكبير) (Preemphasis/Deemphasis). الغرض من ذلك هو إرسال الكلام ضمن النطاق الترددي (300 -3000) هرتز بحيث يتوافق (Matches) مع نفس شكل منحنى توزيع القدرة عبر الطيف الراديوي مثل منحنى توزيع الضجيج ولكنه أقوى بـــ (30) ديسيبل أو أكثر. يشبه منحنى توزيع الضجيج في منظومة تعديل ترددي منحنى قطع مكافئ. ينتج عن ذلك أن نسبة الإشارة للضجيج S/N تبقى ثابتة عبر الطيف الترددي. ولن تتأذى النهاية الترددية للكلام من الضجيج أثناء الانتشار عبر الوسط. يستخدم إضافة لذلك ما يسمى بالضاغط/الممدد المقطعي(Syllabic Compandor) وذلك لضغط الإشارة الكلامية عند الإرسال وتمديدها عند الاستقبال. إنه قادر على تقييد القدرة الكلامية ضمن عرض نطاق القناة. الفائدة العظمى من استخدام ضاغط/ممدد أن الخرج السمعي عند نهاية الاستقبال أكثر هدوءاً بسبب دفع الممدد لمستوى الضجيج نحو الأدنى خلال فترة التوقف الكلامي. يُحَسِّن التركيز/حذف التركيز وكذلك الضاغط/الممدد الجودة الكلامية لكنه يشوه دفق (stream) المعطيات إذا لم تكن حماية دفق المعطيات مأخوذة بالاعتبار. كان هذا السبب في أن المودم الخليوي لم يعمل جيداً كما كان متوقعاً.

لهذين السببين، إذا كان مودم المعطيات بدون طريقة تمهيد أو طريقة تشابك (Interleaving) قبل الإرسال فسيكون من الصعب أن يكون قابلاً للتشغيل في منظومة الـــ

وهذا يفسر لماذا لم تستخدم مدمجات ناجحة في منظومات الـ AMPS. AMPS

11.5 لماذا لا معايير مواءمة مفتوحة؟ (OPEN INTERFACE)

لم يتم تطوير أي معيار مواءمة مفتوح آخر بين أية من عناصر منظومة ماعدا المواءمة الهوائية المشتركة (CAI: Common Air Interface)من قبل صناعة الخليوي بالولايات المتحدة خلال الفترة ما بين عامي 1983 و1998. فمثلاً لم يكن يوجد معيار مواءمة ما بين الـ BTS: (Base Transmission Station) مع BSC: (Base Station Controller) وما بين BSC والـ MSC: (Main System Controller) أو ما بين MSC وMSC. لقد وجدنا بالمقطع (5.4) بأن تطوير المنظومة GSM كان بحيث أن المواءمة A تسمح لمشغل المنظومة استخدام BTS من بائع وBSC أو MSC من بائع آخر. أدت المنافسة بين الباعة في أوربا إلى انخفاض الكلفة. أصبحت أبعاد التجهيزات أصغر والجودة أعلى. لا تزال النماذج الراديوية (Radio Models) فوق ذلك في الولايات المتحدة كبيرة جداً. وتشغل حيزاً كبيراً وكلفة التجهيزات لا تزال عالية جداً نظراً لعدم وجود مواءمة مفتوحة ولا توجد منافسة. حالما يتم تطوير منظومة بائع منتقاة، لا يتمكن مشغل المنظومة من استبدال أي من عناصر المنظومة بتلك من بائع آخر. إن مشغل المنظومة مرغم على البقاء مع بائع منظومة بالذات وهو أمر لا جدوى اقتصادية له (Infeasible). لهذا إن على مشغل المنظومة أن يدفع سعراً عالياً لقاء أي تطوير على المنظومة لأنه لا يوجد أي بائع آخر باستطاعته تعديل تجهيزات هذا البائع بالذات. المشغلون غاضبون لأن الأجهزة المحمولة باليد بسبب المنافسة نتيجة معيار الـ (CAI) قد تقلصت إلى أبعاد بطاقة عمل (Business -Card)، لكن محطة القاعدة لا تزال بنفس المقاسات كما كانت منذ خمس أو ست سنوات مضت (المترجم: الحديث عن الولايات المتحدة).

تبعت صناعة الخليوي في الولايات المتحدة بالحقيقة ثقافة AT&T السابقة. وضعت AT&T مواصفة منظومتها وباعتها ككل. لم تكن أبداً بحاجة لمعايير مواءمة. في عام 1983 كان جميع زبائن AT&T هي شركات RBOCs. كانوا من عائلة AT&T ووثقوا بإنتاج AT&T. لم تدرس معايير المواءمة المفتوحة كقضية. بعد ذلك باعه كثر مثل موتورولا واريكسون ونورثون تيليكوم وNEC كانوا في تجارة البنية التحتية الخليوية

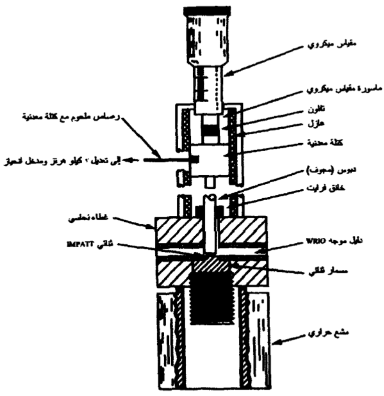
(Cellular Infrastructure Business). لم يتمكن المشغلون من الاستفادة من تنافس الباعة بسبب حالة عدم وجود معايير مواءمة مفتوحة التـــي كانت تقف حائلاً دون انتهاز الفرصة.

12.5 وصلات الموجة الضوئية والموجة المليمترية

كانت شركة هاتف نيويورك في عام 1972 تواجه ازدحاماً في الشبكة واحتاجت إضافة مزيد من الكوابل للشبكة. لكن الحفر في المدينة لتمديد الكوابل كان مكلفاً جداً ثم جاءتها فكرة استخدام وصلات راديوية بدلاً من تمديد وصلات كوابل وكان على التردد أن يكون بموجات ميليمترية أو ضوئية. تتخامد الأولى بشكل معتبر نتيجة سقوط المطر بينما تتخامد الثانية بشكل معتبر بالضباب (FOG). بعد ذلك طوروا مبدأ استخدام كلا الوصلتين. موجتان ميليمترية وضوئية جنباً إلى جنب ترسلان وتستقبلان بنفس الوقت مما يوفر وصلات موثوقة ضد سقوط المطر والضباب. أنشئت الوصلة الضوئية من قبل (BG. King)/4/ والوصلة الميليمترية من قبل(W.C.Y Lee)/5,6/. تم بناء جهاز Lee باستخدام ثنائيات Impatt/7,9/ المخترعة حديثاً في مخابر بل كمنبع للتردد (100) غيغا هرتز أي موجة بطول 3 ميليمتر كان هذا أول تطبيق لهذه الثنائيات. عدّلت إشارة (1) كيلو هرتز المنبع كمفتاح (عمل/إبطال، ON/ OFF). صمم المهتز المبين في الشكل رقم (7.5) من قبل Lee. تولدت الإشارة المعدلة عبر دليل الموجة WR 10.

أعطى هوائي القطع المكافئ (2.5 قدماً) عند التردد (100) غيغا هرتز (3)مم ربحاً (Gain) قدره (60) ديسيبل إلا أنه كان يكلف (2000) دولاراً كل ستة أشهر لتنعيم (Smooth) سطح القطع المكافئ بسبب الغبار. إذ أن أية خشونة (عدم نعومة) (Granularity) على السطح تؤدي لعدم تحريق حزمة الهوائي وإنقاص الربح. إن مخطط الهوائي (Pattern) ذو زاوية قدرها (0.3) وهو مبين في الشكل رقم (8.5). بعد ذلك تم بناء الجهاز المبين بالشكل (9.5) وتم وصل مرجع الطور Phase Reference بين المرسل والمستقبل باستخدام خط هاتفي مستأجر. جرى تجريب الجهاز في البداية في Holmdel . New Jersey. ثم تم إعداد تسجيل في تشرين أول أكتوبر 1973 كما هو مبين في الشكل رقم (10.5). كل نقطة من المعطيات مثلت متوسطاً من دقيقتين. كانت الإشارة مستقرة تماماً خلال ثمانـــي ساعات من المعطيات عدا أربعين دقيقة بين الساعة (1.30) و(2.00) بعد الظهر عندما كان هناك هطول مطر

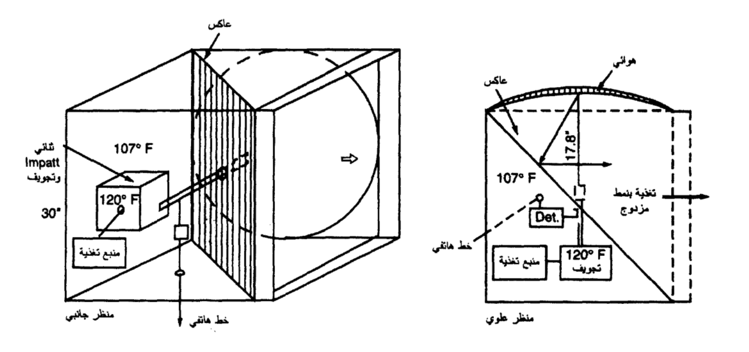
واحتاج الأمر مساعدة الوصلة الضوئية. كانت الوصلتان، واحدة للموجة الميليمترية وواحدة للموجة الضوئية مركبتين بحيث كانت إحدى النهايتين مركبة على الطابق الثامن والثمانين لبناء الامبايرستيت (انظر الشكل رقم (11.5))، أما النهاية الأخرى فكانت مركبة على الطابق السابع والخمسين من بناء بان أميركان بمواجهة بعضهما البعض. كان مسافة الوصلة نصف ميل في مدينة نيويورك (انظر الشكل رقم (12.5)). عملت الوصلتان بنجاح/6.10/. رسالة من مخبر بل إلى FCC (انظر المستند رقم (5B) تخبر فيها الأخيرة بأن وصلة موجة ميليمترية سيستهل بها في 4 كانون أول من عام 1973 في مدينة نيويورك لمدة عام. لم تكن الترددات التـــي تفوق (40) غيغا هرتز في عام 1973بحاجة إلى ترخيص من الـــ (FCC). مع ذلك كان على مخابر بل مناقشة المشرف على بناء الامبايرستيت الذي أعتقد بأن موجة (3) مم ستتسبب في إشعاع ضار للبناء. طلبت مخابر بل من مجموعة علماء إقناع المشرف ولكنهم فشلوا. أخيراً تخلت مخابر بل عن هذا المشروع. تم وصف هذا العمل في كتاب لـــ (Lee)/11/.



الشكل 7.5: مهتز بتردد (100) غيغا هرتز معدّل بتردد قدره (1) كيلو هرتز



الشكل 8.5: المخطط الإشعاعي للهوائي



الشكل 9.5: إنشاء إجمالي على موقع إرسال

تراخيص FCC الراديوية

مأمورية (مهمة) انتشار موجة ميليمترية

تجربة في بناء الامبايرستيت

ملف 2- 36634

29 تشرين أول (نوفمبر) 1973

وكالة الاتصالات الفيدرالية

واشنطن دي _ سي 20554

لعناية : السيد Vincent . Mullins، السكرتارية

السادة :

هذا إعلام بأننا نخطط لاستخدام تجريبـــي لترخيص راديوي (بحث) تجريبـــي KF2XBY (ملف رقم 71- 3735-ER-R) في مدينة نيويورك بدءاً من وبعد 4 كانون أول ، 1973 ومستمراً بعد ذلك لمدة عام .ننوي تقييم التأثيرات على الانتشار المنسوبة للطقس بترددات الموجة الميليمترية . لهذا الغرض ننوي إشعاع حتى 6 ميلي واط استطاعة لموجة مستمرة (CW) بتردد (100) غيغا هرتز من صحن (DISH) 30 أنش قطع مكافئ بتغذية (Cassegrain). أن عرض الحزمة عند 3 ديسيبل لهذا الصفيف (Array) مساوٍ لـ (0.3) عند التشغيل سوف تركب المنظومة بما يحقق نقلاً بخط نظر بين الطابق الثامن والثمانين لمبنى الامبايرستيت والطابق الثامن والخمسين لبناء بان أمير كان .

نعـــلم بـــأن لا تداخـــل سوف يسببه هذا التشغيل لهذا السبب نحن مقتنعون بأن علينا أن لا نولد ولا نتعرض لتداخلات عدا تلك من الطقس ، وهي الخواص التـــي نخطط لتقيمها.

إنـــنا نعـــلم بواسطة نسخة من هذه الرسالة مهندس المقاطعة المطلع لخططنا التجريبية. الرجاء إعلامنا عن أية معلومات متوجبة لها صلة بهذا المشروع

النسخة الأصلية موقعة من قبل

N . Levine for

E. F. O'Niel

المدير التنفيذي

لشعبة الاتصالات البعيدة

ahj - JHC-4362-HO

نسخة

إلى المهندس المكلف

المقاطعة الراديوية الثانية

وكالة الاتصالات الفيدرالية

البناء الفيدرالي748

شارع واشنطن 641

نيويورك، نيويورك 10014

نسخة للسادة

T.C. Cross TA&T

S.D. Hath Away

W.C.Y. Lee

N. Levine

M. J. Pagones

D.O. Reudink

L .C . Tillotson

– نسخة ملف – تاريخ

مخابر بل للهاتف المتحدة

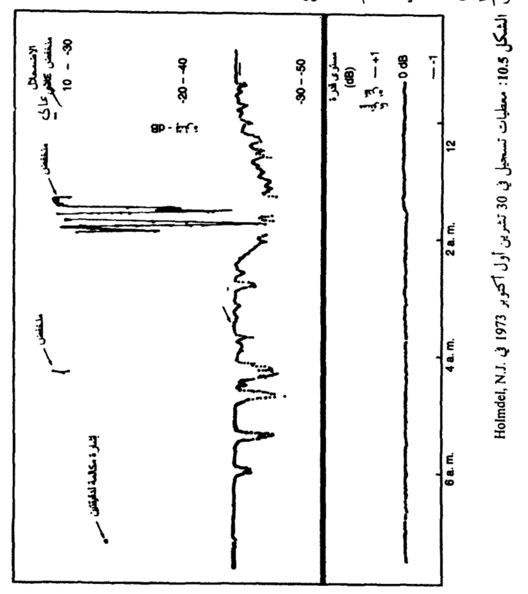
المستند 5B: إعلام الوكالة لتجربة انتشار موجة ميليمترية

13.5 نموذج إحصاء معدل المطر في أقليم الولايات المتحدة

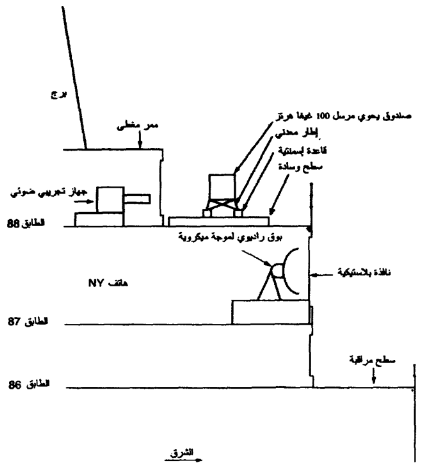
باستخدام التردد الذي يفوق (10) غيغا هرتز، يصبح تخامد الإشارة بسبب معدل المطر خطيراً بسبب امتصاص تساقط الماء. كانت جميع معطيات مكتب الطقس بالولايات المتحدة معطيات تراكم مطري وليس معطيات معدل مطري. ولهذا استخدم (L. R. Lowery) من مخابر بل في البداية في عام 1974 دلواً لالتقاط حبات المطر. حالما كان يمتلئ الدلو بالماء كان يفرغه ليعيده مرة أخرى لالتقاط مزيد من المطر. سجل مسجل ورقي معدل الإفراغ من الدلو. تم توزيع عشرة من هذه الدلاء في منطقة Holmdel, N. J وكان على ورق المسجل أن يبدل كل أسبوعين. في 1 أيار مايو من عام 1974 أقيمت مناظرة لتطوير جهاز معدل استمطار. شعر Lee بعد المناظرة بأن هذا المشروع كان مكلفاً جداً وسوف يستغرق وقتاً طويلاً قبل الحصول على إحصائيات ذات معنى في مساحة محدودة. ذهب إلى مكتبة مخابر بل وأخذ معطيات مكتب طقس الولايات المتحدة من عام 1950 إلى عام 1973 لتراكم المطر في كل عام .نظراً لأنها كانت في فواصل كل (5) دقائق حوّل Lee بسهولة معطيات التراكم إلى معطيات معدل استمطار.

شكلت معطيات الـ(23) عاماً منحنياً إحصائياً. جمعت المعطيات من (257) موقعاً معظمها عند مطارات المدن عبر كامل الولايات المتحدة. أمكن تحديد نموذج إحصائي للمعدل المطري لكامل الولايات المتحدة بالاستعانة بجميع المعطيات. كتب Lee مذكرة في/12/ 10 أيار مايو 1974 بعد أن فحص مع (W.T. Barnett) ومجموعته في مخابر بل وبعد أن تأكد من أن هذه فكرة جديدة. كان Lee من شعبة البحث وكان Barnett من شعبة الإرسال الخارجي. درست مجموعة Barnett في Holandel, N.J. مع مجموعة R. Slade في Merrimack Valley, Mass مذكرة Lee وتابعت عمله دون أن يخبروا Lee. نُشر موديل معدل المطر لمخابر بل في عام 1975/13/ دون التسليم بعمل Lee . داخلياً كتب Erwine E. Muller وهو رئيس Barnett إلى مديره Nathan-Levine من سلم بأن Lee كان أول من استحدث الموديل (انظر المستند 5C) ومع ذلك أعيق نشر عمل (Lee) كمذكرة داخلية لمخابر بل" أول طريقة مبسطة للحصول على إحصاء عن اضمحلال الإشارة بسبب سقوط المطر في معظم مدن الولايات المتحدة"/14/ من قبل شعبة الارسال الخارجي إلى أن أصر مدير

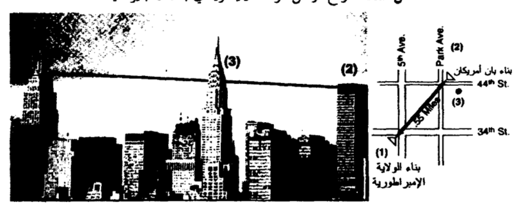
مخابر بل Frank Blecher على وجوب تقدير عمل Lee. طبعت بالنهاية ورقة Lee في أيار مايو 1979 في (IEEE Trans. On Antenna and Propagation)/15/. كان ذلك بعد خمس سنوات و لم يبذل أحد أي اهتمام بهذه الورقة بعد ذلك.



الشكل 10.5: معطيات تسجيل في 30 تشرين أول أكتوبر 1973 في Holmdel, N.J.



الشكل 11.5: موقع مرسل بموجة ميليمترية في بناء الامبايرستيت



(1) بناء الولاية الإمبراطورية (الإمبايرستيت)
خط عرض 54 44 40
خط طول 10 59 78
الطابق (الدور) 88 (1103) قدم

(2) بناء بان أمير كان
خط عرض 11 45 40
خط طول 35 58 73
الطابق (الدور) 58 (846) قدم

الشكل 12.5: الوصلة بين بناء بان أميركان و إمبايرستيت

مخابر بل
تاريخ 19 تموز يوليو 1977
من E.E.Muller

السادة N.Levine
D.G.Thomas

عـدة سـنوات خـلت عندما كان W.C.Y Lee مشتركاً أصلاً في إحصاء المطر، دفع جزء من عمله المقـدم لمـزيد من الطرق المعقدة كانت على عاتقي (W. S. Chen, S. H. Lin) وغيرهما. طبعت عدة أوراق منذ ذلك الحين في هذه المنطقة مع مهمة إعداد ملف في تشرين ثانـي نوفمبر لعام 1977 BSTJ. إن طـبع ورقـة Lee في هذا الوقت يعنـي التسليم بإسهامه. وهي لا تضيف أهمية للمعلومات المتراكمة المتوفرة وتبدو أنها أعدت بسرعة وهي ليست شاملة الجاهزية بل تحوي عدداً من الفرضيات غير المدعمة.

HO – 4363 – NFD – KI

التوقيع
E. E. MULLER

المستند 5. C: رسالة من E. E .Muller

14.5 فشل سوق هاتف الصورة

اخترعت مخابر بل عام 1966 هاتف صورة استخدم نفس زوج أسلاك الهاتف العادي. إن زوج الأسلاك قادر فقط على تامين إرسال ضيق النطاق. يحتاج إرسال أطر الصورة إلى قناة عريضة النطاق لإرسال معطيات عالية السرعة. مكنت فكرتهم خط إرسال ضيق النطاق من إظهار صورة الفريق الطالب ذات القناة العريضة. مسحت الصورة في البداية scanned في طرف الإرسال ثم إرسلت بمعدل معطيات بطيء إلى طرف الاستقبال. بعد استلام إطار الصورة بالكامل في طرف الاستقبال أرسل فقط الجزء المتبدل (المتحرك) من إطار الصورة، وهو دفق معطيات صغير، بمقدور الخط الهاتفي التعامل معه. إن إطار الصورة الكلي مجزأ في هذه الحالة إلى عدة مويجات كثيرة بطريقة تمثيل مويجة (A Wavelet Repesention).

يمكن تعريف الجزء المتبدل من إطار الصورة ببعض المويجات الواجب إرسالها فقط. يعنـي هذا إن جميع المويجات المستقرة فائضة Redundant ولا تحتاج لأن ترسل.

دل مسح السوق بأن 70% ممن يجري مقابلات صحفية يرغب في هاتف الصورة. عندما نزل هاتف الصورة إلى السوق كانت الكلفة (5000) دولار لكل جهاز. اشترت ناطحة السحاب في شيكاغو (سيرز) خمسمائة جهازاً لكن السوق لم يقلع لسبب جوهري. الناس لا يرغبون مهاتفة رؤسائهم بهاتف الصورة ولا تريد النساء أن تهاتف أو تستقبل مكالمة إذا لم

يكن مظهرهن على أحسن ما يرام. اُغفل هذا السلوك الإنسانـــي خلال مسح السوق إضافة لذلك ولكي يكون هاتف الصورة قابلاً للتشغيل فإن على الطرف الآخر أن يمتلك واحداً بالمقابل، وعلى النقيض من ذلك يمكن للهاتف النقال أن يهاتف ليس فقط أي هاتف نقال آخر وإنما أي هاتف سكنـــي (Residential). كان يمكن لهاتف الصورة أن يكون إنتاجاً جيداً جداً، لكنه فشل بسبب عدم امتلاكه التسهيلات الموجودة في الهاتف الخليوي أو خصوصية الهاتف بدون صورة.

15.5 لماذا فشلت الـ CT-2

طورت المملكة المتحدة عام 1989 هاتفاً لاسلكياً دُعي بـ (CT-2)/16/. انتشر في أسواق مختلفة وبأسماء تجارية مختلفة، مثل هاتف منطقة (Zone – Phone) أو منظومة هاتف نقطة بعيدة (Telepoint Phone System). تعمل الـ(CT-2) مثل كشك هاتف – حصالة – متنقل (Pay – Phone). يمكن للمكالمة أن ترقم منه للخارج (dialed out) ولكن لا يمكن استقبالها (مهاتفة للداخل dialed in). تستخدم CT- 2 نمط مزاوجة تقسيم زمن (TDD) (Time Division Duplex) (أي أن المرسل يتشارك مع المستقبل بنفس القناة). للـ(CT-2) أربعون قناة فقط تشغل النطاق (4) ميغا هرتز. إن عرض نطاق القناة مساوٍ لـ (100)كيلو هرتز.

في عام 1986 طورت شركة Shaye Company التي تأسست في المملكة المتحدة الـ (CT-2). كانت أبعاد الجهاز المحمول باليد مؤثراً جداً. كان أول هاتف رقمي. في عام 1986 كان حتى مطورو منظومة الـ(GSM) قلقين من احتمال نجاح الـ(CT-2) وكانوا يستعلمون عن توقيت تسليم منظومة الـ(GSM). لسوء الحظ اقترحت شركة فيرانتـــي (Ferranti) بان على المعيار المقترح من قبل شركة (Shaye) أن تعاد كتابته، مما أخر الإنتاج التجاري. أيضاً أصدرت حكومة المملكة المتحدة أربعة تراخيص لأربعة مشغلين للـ(CT-2)، كل واحد بعشرة أقنية. أمكن لعشرة أقنية في كل محطة قاعدة خدمة حوالي (5) (أيرلنغ Erlange) كحركة. بافتراض أن متوسط زمن المكالمة كان (3) دقائق فإن عشرة أقنية كانت قادرة على خدمة (100) مكالمة في الساعة. كانت سعة المنظومة بعشرة أقنية فقيرة جداً. إضافة إلى أن

هواتف الـ(CT-2) قادرة فقط على العمل بالقرب من محطات قاعدة الـ (CT-2). وفوق ذلك لم يتمكن المشغلون الأربعة للـ (CT-2) من تشغيل إرسال الـ(TDD) دون ساعة ربان (A Master Clock) لمزامنة كافة المنظومات بسبب عدم حدية المرشح (Filter) بما فيه الكفاية لعزل التداخل من مرحلة الإرسال بمنظومة على مرحلة استقبال المنظومة المجاورة. جعلت السعة الفقيرة والتداخل المتبادل (Mutual) بين المشغلين هواتف الـ(CT-2) تخسر أسواقها.

16.5 واقع ومستقبل الـ GSM

طورت منظومة الـ(GSM) من قبل جهد مجموعة في المجتمع الأوربي. وافقت جميع الشركات المصنعة التشارك بحق الملكية الفكرية (IPR: Intellectual Property Right) لم يملك أحد سبباً للاحتفاظ بفكرة أو اختراعات خاصة بسبب هذه السياسة تحرك تطوير الـ (GSM) بسرعة كبيرة. كان كل واحد مشاركاً ومعداً لمذكرات (Contributions). كانت معنويات مجموعة الـ(GSM) عالية جداً. طبعاً إن القادة المنتخبون ليسوا أفضل قادة محتملين فعالين في جهد المجموعة. في بعض الأحيان كان النقاش بسبب اهتمامات شخصية عائدة لأعضاء المجموعة. كان يستخدم بعد ذلك حل التسوية (Compromise) حلاً للنقاش و لم تكن النتيجة دوماً التقنية الأفضل.

كانت المنظومة الـ(AMPS) التماثلية منظومة معيار مفرد طورت من قبل الولايات المتحدة عام 1978 وانتشرت أول ما انتشرت بنجاح في شيكاغو عام 1983. شعر خلال ذلك المجتمع الأوربـي بأن هناك حاجة إلى منظومة راديوية متنقلة موحدة أيضاً، وتم تشكيل مجموعة الـ(GSM) عام 1982. كانت مجموعة الـ(GSM) راغبة في بلورة منظومة تحد (Challenging) ومتقدمة (Advanced) و لم يسبق بلورة مثيل لها قبل ذلك. لم تثار مسألة السعة في ذلك الوقت بسبب أن لا أحداً كان يعلم بأن المنظومة الخليوية سوف تتطلب أن تكون منظومة عالية السعة في غضون عشر سنوات.

وصلت الـ(GSM) لاتفاق مبكر قبل 1988 بحيث أن منظومة الراديو المتنقلة سوف:

1. تكون منظومة TDMA رقمية.

2. يكون لها قناة بعرض نطاق (300) كيلو هرتز.

3. يكون لها عشرة نوافذ زمنية (Time Slots).

نُفذَ في عام 1988 اختبار لهذه المنظومة في باريس. كانت النتيجة غير مرغوبة بسبب أن معدل الإرسال لأجل منظومة الـــ(300) كيلو هرتز كان عالياً جداً. وكان امتداد تأخير الوقت (Time Delay Spread) طويلاً جداً نسبياً (أنظر المقطع 3.2)، بحيث أن الوسط الطبيعي قد محا معطيات الإرسال. تم بعد ذلك الاتفاق لتخفيض عرض النطاق من (300) إلى (200) كيلو هرتز واختصار عدد النوافذ الزمنية من (10) إلى (8). لكن لم تظهر أي نظرية ذات صلة أو تجربة في مؤلف أو أي مجلة محترفة تثبت بأن هذه القيم هي الحل الأنسب. لحسن الحظ فان هذه التبدلات للـــ(GSM) فعلت فعلها. كانت هناك مراجعات كثيرة للمواصفات، بما فيه جانب الشبكة (Network Side). كان نموذج طريق نجاح الـــ (GSM) هو تنقيح المواصفة وبالتدريج الوصول للنجاح، بالمقارنة مع نموذج طريق نجاح الـــ(AMPS) من كانت مواصفتها الأولى المواصفة النهائية قبل أن تصبح تجارية.

جاء ت المذكرات في تطوير الـــ(GSM) من جميع أفواج الباعة. إلى طاقم العمل (Team) للـــ(GSM) لم تكن هناك بطولة. الناس في الولايات المتحدة مشجعون وفقاً للثقافة فيها على الاختراع. يغدو حق الملكية الفكرية محركاً للمخترعين الذين يعاملون كأبطال في الصناعة نظراً لأن باستطاعتهم أن يصبحوا أغنياء بواسطتها. الجانب المظلم من حق الملكية الفكرية أنه كان قادراً على تشجيع الشركات للاحتفاظ بحق ملكيتهم الفكرية وأن لا يتشاركوا بشكل مفتوح مع الآخرين. على الشركات الأخرى بعد ذلك أن تدفع لقاء استخدام تقنية حق الملكية الفكرية وتدفع شركات أخرى لمقاومة استخدامها. وبالنتيجة قد لا يتم تبنـــي تقنية جيدة.

17.5 شركة المعطيات الخليوية CDI ومسألة توقيت معطيات رزم رقمية خليوية (CDPD: Cellular Digital Packet Data)

اقترحت منظومة شركة المعطيات الخليوية (CDI: Cellular Data Inc) من قبل Luisgman/17/. استخدمت نطاقاً قدره (5)كيلو هرتز بين نطاقي قناتين كل منها

(30) كيلو هرتز (2.5 كيلو هرتز في النطاق الأول و2.5 كيلو هرتز في النطاق الثاني) لإرسال المعطيات منخفضة السرعة.إنه مفهوم تشارك طيفي. رغماً عن احتمال تراجع (degraded) الجودة الكلامية قليلاً، كان مشغل الخليوي يريد استخدامه.كانت منظومة الـ(CDI) غير ناجحة التطوير بسبب ضعف استراتيجيتها. أرادت (CDI) الحصول على تمويل تطوير من GTE أو Pactel قبل تمكنها من الانطلاق بكامل السرعة في تطوير منظومتها طبعاً، لقد ظنت بأنه إذا موّل المشغلون المشروع فلسوف يتعهدوا البدء في استخدام المنظومة عندما تصبح تجارية. بالحقيقة كان على (CDI) أن تستقرض المال من البنوك أو من مغامرين رأسماليين وتعد اختياراً مبكراً ناجحاً بما فيه الكفاية قبل بدء فعالية رزم المعطيات الخليوية (CDPD: Cellular Digital Packet Data). لو فعلت ذلك لاستطاعت منظومة الـ(CDI) أن تكون منظومة إرسال المعطيات الخليوية المبكرة.

اقترحت منظومة ألـCDPD/18/ من قبل شركة PCSI لخدمة المعطيات. وجدت (CDPD) دعماً قوياً من مشغلي خليوي رئيسيين متعددين بقيادة McCaw) Communication) في عام 1992. طبقت (CDPD) مفهوم تشارك الطيف. استخدمت (CDPD) الأقنية الخليوية القائمة لإرسال المعطيات عندما تكون أقنية الخليوي شاغرة (idle). تقفز الـ(CDPD) إلى قناة شاغرة أخرى عندما تؤخذ القناة الشاغرة المستخدمة فجأة من قبل خدمة الخليوي. استنفذت الـ(CDPD) جهداً ووقتاً بسيطاً لتطوير نمط القفز الترددي. استُخدم جهاز كاشف (A Sniffer Device) في كل محطة قاعدة لكشف ما إذا كانت القناة الخليوية شاغرة أو كانت بحالة تبديل إلى عاملة (active). لم يكن مع ذلك هذا الجهاز فعالاً بسبب تركيب جهاز مشابه له في محطة القاعدة دُعي بكاشف التداخل الخارجي. عندما كانت الـ(CDPD) تستخدم قناةً خليوية كانت المنظومة الخليوية تعامل تلك القناة على أنها قناة تحت تأثير التداخل وبالتالي لم تعد تستخدمها إطلاقاً.

في الحقيقة إن الحركة في المناطق الريفية خفيفة وهناك وفرة من الأقنية الخليوية الشاغرة غير المستخدمة. لهذا السبب كان باستطاعة الـ(CDPD) امتلاك قناة مكرسة للمعطيات. الحركة في المناطق السكنية عالية. ولا توجد قناة شاغرة متاحة. إذا كنا نرى الحاجة لقناة معطيات، دعنا نمتلك قناة مكرسة للمعطيات. في كل الأحوال تحتاج الـ(CDPD) لبضعة

أقنية مكرسة فقط. وليس لأقنية قفز ترددي (Frequency Hopping). استخلص تحليل للـ Lee/19/ لاستخدام أقنية قفز ترددي في الـ(CDPD) بأنه كان لها تأثيراً سلبياً. أشار منافسون لـ CDPD كثيرون لورقة LEE/20/. تحتاج الـ(CDPD) في منظومة إعادة استخدام تردد ذات معامل قدره k = 7 لسبعة أقنية مكرسة، واحدة لكل خلية. كانت (PCSI) مهتمة في تطوير ميزة قفز ترددي بسبب انغماسها في الأجهزة المحمولة باليد. وكنتيجة كان زمن التطوير طويلاً. كانت كلفة صنع جهاز محمول باليد مزدوج النمط (CDPD) عالية وميزة القفز الترددي لم تكن قادرة على العمل في مناطق الحركة العالية. كان واضحاً بأن توقيت الحصول على سوق (CDPD) قد ضاع حالما بدأت المنظومات الرقمية الخليوية تنفيذ ميزة المعطيات.

18.5 الـ(AMPS) ضيقة النطاق/21/

تستخدم منظومة الـ(AMPS) أقنية بعرض نطاق قدره (30) كيلو هرتز. إن سعة الـ(AMPS) هي نفس سعة نمط حزمة وحيدة الجانب (S.S.B) بعرض نطاق قناة قدره (10) كيلو هرتز (انظر المقطع 4.3). حاولت شركة موتورولا تطوير قناة تعديل ترددي (FM) بعرض نطاق قدره (10) كيلو هرتز. عندئذ احتاجت كل قناة ضيقة النطاق NAMP نسبة حامل إلى تداخل أعلى (حوالي C/I = 27 dB) مقارنة مع قناة AMPS عادية (C / I = 18 dB). كان لها نفس العلاقة التالية/22/ حيث أن $(C/I)_1$ للـAMPS و$(C/I)_2$ للـNAMP:

$$\frac{(C/I)_2}{(C/I)_1} = \frac{(BW)_1^2}{(BW)_2^2} = \frac{(30\ \text{kpbs})^2}{(10\ \text{kbps})^2} = 9 \approx 9\ \text{dB}$$

بعد ذلك إذا استخدمنا تماماً نفس (K=7) لخلايا الـ(AMPS) واستبدلنا أقنية الـ AMPS بأقنية NAMPS، فإن جودة أقنية الـNAMP ضعيفة. قال بعض المهندسين عند ما احتاج الأمر لجزء من طيف الـ(800) ميغا هرتز لاستخدامه من أجل منظومة رقمية، استطاعت الـ NAMPS استعادة نفس عدد الأقنية كما كانت قبل التخلي عن أقنية الـ AMPS. لكن إذا عرفنا مفهوم إعادة استخدام التردد، فإننا لسنا بحاجة إلى تبديل المنظومة إلى

NAMP، إذ ببساطة باختزال العامل K من (7) إلى (3) نربح نفس عدد أقنية الحركة.

ومع ذلك، كلا الطريقتين سوف تخفض الجودة الكلامية. إن تبديل المعامل (K) لا يحتاج لتبديل المنظومة، ويحقق وفراً كبيراً. هذا هو السبب لماذا تحاول منظومة الـ(GSM) المحافظة على عرض النطاق دون تبديل عند أيجاد طريقه لتخفيض العامل (K) مع المحافظة على الجودة الكلامية. لذا فان السياسة هي أن لا تغيير لمنظومة ما، لا يهم أياً كانت. يجب أن لا يُدفَع المشغلون من قبل الباعة لتغيير المنظومة ما لم يكن هناك ربح واضح.

19.5 المنظومة الراديوية المتكاملة المتنقلة/منظومة الشبكة المحسنة الرقمية المتكاملة MIRS/iDEN SYSTEM

طورت شركة موتورولا في عام 1989 منظومة مشابهة للخليوية لصالح شركة Nextel[23]، التـــي اشترت معظم الطيف الراديوي المتنقل الخاص (SMR: Special Mobile Radio) في الـــ(800) ميغاهرتز والمكوّن من نطاقين هما (805-821) و(851–867) ميغاهرتز. وهو نمط ذو قيم تردد محددة (طيف غير مستمر). دعيت منظومة الـــ(TDMA) بعرض نطاق(25) كيلو هرتز للقناة وبستة نوافذ زمنية (Time Slots) .بمنظومة الراديو المتكاملة المتنقلة (MIRS) إن مكافئ قناة النافذة الزمنية هو (4.1) كيلو بت/ثا. استخدمت منظومة الـــ(MIRS) التعديل الرباعي الطور المطالي بستة عشر مستوياً (16 QAM) ذا الأربعة وضعيات. لذا فأن أربعة أمثال (4.1) كيلو بت/ثانية يساوي (16.4) كيلو بت/ثانية ربما يلائم الترميز الكلامي.

يستطيع تعديل الـــ(16 QAM) تخفيض معدل الإرسال بحيث لا يصبح امتداد تأخير الزمن (Time Delay Spread) معضلة ولا حاجة لمسوي (Equalizer). مع ذلك لا يوجد غذاء بالمجان. فالتعديل (16 QAM) تعديل مطالي جزئي (AM) وتعديل طوري جزئي (PM). أية منظومة راديوية متنقلة تستخدم التعديل المطالي سوف تتسبب في تشويه الإشارة الكلامية بسبب خفوت الإشارة (انظر المقطع 4.2).

لم يكن أداء المنظومة MIRS جيداً بسبب النطاق الضيق جداً والتشويه .الفعال لجزء التعديل المطالي في الـــ(16 QAM). عندما بدلت Nextel الـــMIRS أعطتها اسماً جديداً هو

الشبكة المحسنة الرقمية المتكاملة (iDEN). استخدمت ثلاث نوافذ زمنية فقط بدلاً من ست في نطاق (25) كيلو هرتز، وغدت الجودة أفضل بكثير. استخدمت Nextel بدالة Nortel، والتـــي وفرت مرونة كبيرة في تحقيق مزايا مثل التوزيع* (Dispatching) ومكالمات المجموعة. رغماً عن أن الجودة الكلامية لم تكن جيدة كالمنظومة الخليوية فقد استطاعت ميزة التوزيع و مكالمات المجموعة كسب بعض رضى الزبون.

20.5 منظومة METRICOM/24/

إن منظومة الـــMetricom منظومة طيف منشور باستخدام نطاق ترددي غير مرخص. مثل النطاق الصناعي، العلمي، الطبـــي (ISM: Industrial Science Medical) عند التردد (2.4) غيغاهرتز. تساوي سرعة المعطيات لـــ 28.8 كيلو بت /الثانية وتستخدم عقداً ذكية تسمى قمم الصاري (Pole Tops) في الحقل الراديوي لتوجيه المكالمات في الاتجاهين. الـــ Metricom منظومة معطيات رزم، سوقها الرئيسي هو الانترنيت، وقد اكتسبت حتـــى (30.000) مشترك في عام 1999 وكانت منطقة سان فرانسيسكو سوقاً رئيسية لـــ Metricom. اكتسبت Seattle وNewYork بعضاً من أسواقها الأصغر. تحتوي وحدة طرفية Ricochet على مودم وهوائي. نظراً لأن وحدات الـــ Ricochet مستخدمة في منظومـــة الـــMetricom، فإن منظومة الـــ Metricom تدعى أيضاً بشبكة (Ricochet) اللاسلكية. من قمة الصاري (Pole Top) إلى نقطة النفاذ السلكية (WAP: Wired Access Point) هناك راديو ومسيّر (Router) لوصل قناة الوصلة النازلـــة ذات عرض نطاق (160) كيلو هرتز، وكذلك قناة الوصلة الصاعدة ذات عرض نطاق (160)كيلوهرتز أيضاً. سيكون للمنظومة في المستقبل طريقة تعديل لاستيعاب سرعة معطيات أعلى من (28.8)كيلو بت/ثانية.

يمكن توصيل حاسوب مفكرة أو مكتبـــي (Lap Top) مع وحدة Ricochet ونقله إلى أي موقع في العمل. كانت سرعة الـــ28.8 كيلو بت/ثانية لا تزال عالية نسبياً في سوق عام

---

* هي إمكانية تسجيل مستخدمين وتشكيل مجموعات وربط أقنية اتصال راديوية مع الشبكة الوطنية السلكية وتحميل بروتوكولات وما إلى ذلك.

1999. نشرت Metricom 5000 قمة صاري في سان فرانسيسكو كلفة كل قمة صاري حوالي (2000) دولار. إن المنظومة مؤثرة جداً. سؤال واحد لم تستطع الصناعة الإجابة عليه لماذا لا تريد Metricom رفع اختراق سوقها باستمرار في سان فرانسيسكو في هذه المرحلة. تركز الـ(Metricom) بدلاً عن ذلك على منظومة شبكة[2] Ricochet بـ(128) كيلو بت/ثانية.

21.5 الايريديوم والغلوبال ستار

الايريديوم منظومة مدار أرضي منخفض (LEO: Low Earth Orbit) (انظر المقطع 9.3). صممت هذه المنظومة عالية التقانة لتغطية العالم باستخدام (77) ساتلاً. الايريديوم تسمية للعنصر الكيميائي ذي الرقم الذري 77. تم تخفيض العدد إلى (66) فيما بعد لكن التسمية أيريديوم ظل محتفظاً بها. تنتقل الإشارة المرسلة من المحطة المتنقلة إلى الساتل بالتبديل (Switching) عبر الفضاء من ساتل إلى آخر. وتعود إلى الأرض حيث تصل إلى وجهتها. مع ذلك وبسبب الكلفة العالية لتشغيل المنظومة وإمكانية التحكم الأقل لسريان الحركة (Traffic Flow) من أية محطة أرضية في الدول الأجنبية. أعلنت منظومة الايريديوم إفلاسها في مارس عام (2000).

الغلوبال ستار منظومة مدار أرضي منخفض أيضاً. تغطي الكرة الأرضية بـ (48) ساتلاً. الغلوبال ستار منظومة ذات تقانة منخفضة، ترسل إشارة المحطة المتنقلة إلى ساتل يعمل كمعيد. لا يملك الساتل أية بدالة لإمرار الإشارة من ساتل إلى آخر.

عندما عرضت خدمة الساتل المتنقلة على المجتمع الدولي كانت معظم الدول غير الأوربية مهتمة بمنظومة الغلوبال ستار نظراً لأن هذه الدول باستطاعتها التحكم بحركة اتصال الساتل وتحافظ على السيادة الوطنية بسهولة أكبر بالمقارنة مع منظومة الايريديوم. هذا مثال يدل على أن الرابح ليس دوماً التقانة العالية. إن مصلحة الزبون وقلقه أكثر أهمية من تفوق التقانة.

إن منظومة الغلوبال ستار أقل مخاطرة نسبياً ومنظومة قليلة الكلفة. كلفة الساتل منخفضة، قد يحتاج الأمر لعدد أكبر من بوابات العبور (Gate Ways) مقارنة مع الايريديوم للربط.

22.5 المنظومات منخفضة الطبقة (LOW- TIER)

اقترحت المنظومات منخفضة الطبقة عام (1990). عندما كانت كلفة التجهيزات الخليوية لا تزال عالية. تحاول المنظومات المنخفضة الطبقة تقديم جودة منخفضة بخدمة منخفضة السعر. مثل خدمة الهواتف اليدوية الشخصية (PHS: Personal Handy Phone)/25/. انتشرت الـــPHS في اليابان. كان هناك ثلاثة مشغلين DDI, Astel, NTT استخدمت NTT كبائن هاتفها كمحطات لاسلكية (Cordless) (كمحطة قاعدة) ووصلت المكالمات عبر السلك الهاتفي الذي يشكل العمود الفقري للشبكة السلكية. استخدمت Astel خطوط القدرة الكهربائية لعمودها الفقري مما خفض كلفة منظومتها. كان على DDI أن تقيم عمودها الفقري الخاص بوصلات ميكروية. بدأت المنظومات عام 1995. كان في عام 1998 سبعة ملايين مشترك. مع ذلك، لم تجن أي واحدة من الشركات الثلاث ربحاً في ذلك الوقت بسبب تخفيض التقانة المتقدمة لكلفة التجهيزات الخليوية بشكل كبير. تناقصت تسعيرة (Charge) الخدمة الخليوية أيضاً، كما جعلت المزايا المضافة كالتغطية وقابلية تنقل (Mobility) الخدمة الخليوية جذّابة جداً. أُرغمت هذه الوضعية تسعيرة خدمة الـــPHS لأن تكون أخفض بشكل ملحوظ كي تكسب لها موطئ قدم في خدمات الاتصال الشخصية (PCS: Personal Communication Services). مع أن النهاية الدنيا للـــ PCS هي خدمة النداء (Paging)، فإن مجال السعر بين النهاية العالية للخليوي والنهاية السفلى للنداء ليس كبيراً بما فيه الكفاية كي يستوعب منظومة أخرى مثل الـــPHS.

23.5 مسألة التوقيت – إستراتيجية ابتكار خدمة

فيما يلي عدة أمثلة توضح التوقيت الحاسم في استحداث خدمات جديدة.

1. يمكن تصنيف الاتصالات اللاسلكية إلى نوعين من الخدمات: ثابتة ومتنقلة باستخدام الإرسال اللاسلكي. في بناء ما بمنطقة سكنية في مدينة، وبعد تمديد الكوابل أو الأسلاك، فإن إضافة سلك جديد أو كوابل جديدة أمر صعب جداً و مكلف. كانت طريقة استخدام الإرسال اللاسلكي للخدمات الثابتة أفضل. بدأت خدمة الوصلة المحلية اللاسلكية (WLL: Wireless Local Link) بعد انتشار خدمة الهاتف الخليوي. استغرقت

الموافقة على خدمة AT&T الخليوية أكثر من عشر سنوات بسبب مزاحمة الــFCC على طلب الــAT&T. كنتيجة كان على AT&T أن تتخلى وتدع الشركات السبعة RBOC تبدأ بالخدمة في عام 1984. لو انتشرت في السبعينات منظومة الــ AMPS المطورة من قبل AT&T كما انتشرت الــWLL، لم تكن لتحصل معركة انتشار نفس المنظومة كما كان معمولاً به في منظومة الهاتف الخليوي في الثمانينات. لو اتبعت هذه الاستراتيجية من قبل الــAT&T لاختلفت صناعة الاتصالات اللاسلكية بأكملها اليوم.

ربما وجدت الــ(FCC) في السبعينات بأن منح جزء من الطيف لخدمة الــWLL ممكن بغاية السهولة، تماماً كجزء كبير من الطيف (806-54) ميغا هرتز خصصته لصناعة التلفزيون. فيما بعد استطاع نفس طيف الــ(WLL) التشارك مع منظومات الهاتف الخليوي، وبسبب هذه الخطوة استطاعت منظومات الهاتف الخليوي النمو بسرعة وبهدوء قبل أن يدركها الجمهور. يوضح هذا كيف أن التوقيت حاسم عند استحداث خدمة جديدة.

2. لم تكن خدمة النداء (Paging) شائعة في الاتصالات المتنقلة اللاسلكية في الستينيات والسبعينيات في المناطق الريفية بسبب الحاجة إلى استخدام الهواتف لطلب شركات النداء للاستجابة على المناداة. لم تتمكن خدمات النداء من أن تكون مقبولة بصورة واسعة في المناطق الريفية للدول النامية بدون أنظمة هاتف ملائمة.
3. طورت منظومات السواتل المتنقلة لخدمة الاتصالات اللاسلكية العالمية ومن أجل تحسين الخليوي أو خدمات الهاتف PCS. طورت هذه المنظومات في الوقت المناسب عام 1996 وبإمكانها إضافة قيمة للاتصالات اللاسلكية ما دام سعر الخدمة مناسباً.
4. الاتجاه اليوم هو تأمين الاتصالات لاسلكية عريضة النطاق. مع ذلك و حتـى تنتشر الكوابل الضوئية على المستوى الوطني فقد تأخر تطوير هذه الخدمة لأن على منظومة الاتصالات العريضة النطاق أن تعمل عند ترددات عالية مثل الأمواج الميليمترية أو الوصلات الأشعة تحت الحمراء. بالرغم من أن خسارة انتشارها العالية عبر الوسط اللاسلكي سيئة إلا أن تقانات الأشعة تحت الحمراء و الموجة الميليمترية قادرة على معالجة كامل منظومة اتصال لاسلكية عريضة النطاق. لهذا إن عليها أن تكون منظومة هجينه

تستخدم الأمواج الميليمترية و الأشعة تحت الحمراء للوصلات القصيرة وبعد ذلك استخدام الكوابل الضوئية للباقي.

24.5 كيفية اختيار تجهيزات باعة جيدة

قد لا يعرف مشغلون أو مهندسون ليس لهم خبرة كيف ينتقون تجهيزات باعة بوعي وخاصة عندما تكون المنظومة حديثة التطوير اعتماداً على معيار جيد. كل بائع يقدم سعره اعتماداً على عدد الـــBTS والـــBSC والـــMCS المطلوبة. وبالرغم من ذلك يجب الانتباه إلى ما يلي:

1. *الجودة الراديوية*: تؤدي تجهيزات كل بائع بشكل مختلف. قد نحتاج تجهيزات أكثر من بائع واحد لإجراء اختبار في منطقة ما
2. *سعة البدالة* : لبعض الباعة بدالة (Switch) ذات سعة اكبر من الآخرين. أيضاً إن معالجة المكالمات هامة جداً.
3. *المزايا*: لبعض تجهيزات الباعة مزايا اكثر من الآخرين. إذا كانت المزايا أقل وسعر التجهيزات أقل فإن علينا أن نسأل ما هي كلفة المزايا المضافة، عندئذٍ فقط نستطيع إعطاء قرار صحيح حول منظومة ما.
4. *منظومة الإنذار والوفرة Redundant* : لجميع تجهيزات الخليوي وفرة (زيادة) ومنظومة إنذار. عند تعطل إحدى القطع، تعمل الوفرة مكانها أو إن إنذاراً ينبه عن الحالة. من الضروري امتلاك وفرة جيدة ومنظومة إنذار وهنا يجب تبرير السعر الأعلى. يجب عدم النظر البتة إلى المنظومات الرخيصة السعر بدون وفرة ومنظومة إنذار.
5. *برمجيات صيانة المنظومة:* يمكن لإمكانيات صيانة منظومة جيدة أن تحل محل مهندسي ميدان كثيرين . يمكن للمعطيات الإحصائية المأخوذة في كل محطة قاعدة يومياً أن تساعد المشغلين على توليف (tune) المنظومة بصورة فعالة. يجب أن لا ينظر إلى منظومة ذات برمجيات صيانة ضعيفة
6. *نص الغرامة Penelty Clause*: يجب أن يدون نص الغرامة بوضوح في عقد الشراء. إذا لم يحقق تاريخ التسليم أو أداء المنظومة الاتفاق يجب تنفيذ العقوبة. لكن بعض الباعة لا تدفع

الغرامة نقداً، لأنهم يريدون عرض رصيد لشراء أخر بدلاً عن ذلك، إن من غير الحكمة تماماً لأجل المشغلين القبول بنص كهذا مع الباعة. إذا كانت الغرامة قد جاءت من أداء ضعيف للمنظومة و أعطي رصيد من الشراء القادم أو من عطاء تجهيزات شراء لسوق آخر جديد فإن مشغل المنظومة سيعانـــي حقاً من أجل استلام المنظومة أو من أن العطاء معتمد على سعر منخفض. يجب أن لا يغرى مشغلو المنظومة باستخدام تجهيزات غير مرغوبة لتحصيل مزايا بالسعر.

25.5 درس من الخلايا الميكروية لـــ Pactel

طورت منظومة خلايا ميكروية امتيازها لـــPactel عام 1991 بنجاح وكان لها اختباراً ميدانياً ناجحاً/26-29/. ونظراً لأن على Pactel أن تتقيد بشروط الاتفاقية MFJ وليس بإمكانها تصنيع أي منتج جرى البحث عن مصدر خارجي. احتاج الأمر أن يتم إنتاج منظومة الخلايا الميكروية بأسرع ما يمكن نظراً لحاجة السوق، وكانت Pactel خائفة من أن بائعاً كبيراً ربما كان يرغب في دفع رسم ترخيص اقل ويحصل على مدة تسليم طويلة. وجدت Pactel اثنين جيدين لكنهما صغيران، بغية تطوير خلايا Pactel الميكروية. أحدهما كان dB Product في Dallas, Texax والأخر كان 3dBm في (Santa Barbara Calif). طلبت Pactel من dB Product إنتاج صندوق منطقة (Zone Box) (أنظر الشكل رقم 12.5) بموصلات ألياف ضوئية تلك التـــي كان بمقدورها الربط مع ناخب المنطقة في المنطقة الرئيسية (Master). لسوء الحظ بيعت dB Product إلى Allen Telecom في(Cleveland, Ohio). أخّر هذا التملك برنامج التسليم لسنتين. لو كانت فكرت Pactel بهذه الحالة على أنها ممكنة الحدوث كان بالإمكان أخذها بالاعتبار ضمن نص في الاتفاقية. كانت شركة 3dBm صغيرة ولكنها شركة حاذقة. طلبت Pactel تصنيع صندوق منطقة خلية ميكروية بوصلة مكروية عند (23) و(18) غيغاهرتز وذلك كعمود فقري للنقل بدلاً من الكوابل الضوئية. كانت وحدة الـــ 3dBm جيدة جداً عدا عن أن الشركة لم تتمكن من إيقاف تسرب ماء المطر داخل الجسم المعدنـــي (Chassis) الذي صممته لكي يركب على عمود الشبكة العامة (Utility Pole). لم تكن هذه الشركة تمتلك خبرة صنع صندوق هيكل معدنـــي ضد الماء. تلفت التجهيزات

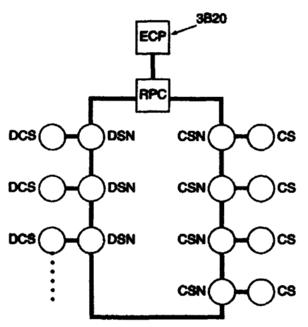
بعد ثلاثة أشهر بسبب الرطوبة وفسد الأداء، واستغرق الأمر من شركة 3dBm (18) شهراً كي تصحح ذلك. تحتاج كل منظومة مبتكرة بتقنية جيدة إلى التوقيت الجيد. إن التوقيت عنصر حاسم للنجاح، وعند فقدان التوقيت تظهر منظومة مبتكرة أخرى لتحل محل القديمة و تستولي على السوق.

26.5 بدالات الـــ 3 B 2O لـــ (AT&T)

عندما بدأت خدمة الخليوي عام 1985 كانت كلفتها عالية. كانت AT&T قد باعت بدالتها (Autoplex-100) للتو، وهي بدالة تماثلية لكافة أسواق منطقة إحصائية سكانية (MSA: Metroplitan Statistical Area) التسعين لجميع شركات (RBOC). لم يرغب مشغلو خط – لاسلكي (شركة) استخدام تجهيزات AT&T لأسباب تنافسية. لهذا السبب شعرت AT&T في هذه الوضعية بأن معظم أسواق الخليوي التـــي تستخدم بدالتها ستنمو ببطء شديد بسبب كلفة التجهيزات العالية وكلفة الخدمة العالية في ذلك الوقت. لهذا قصدت AT&T أسواق منطقة خدمة ريفية صغيرة (RSA: Rural Service Area) لبدالاتها. طورت (AT&T) بدالة دارة رقمية صغيرة دعيت بـــ(Autoplex-10). في عام 1987 قرر للتو المشغل الخليوي الرئيسي، Pactel، بأن سعة بدالات (Autoplex-100) لم تكن كافية وبحث عن بدالة رقمية لحمل الحركة العالية. استطاعت AT&T في ذلك الوقت التركيز على تطوير البدالة ذات المقياس الكبير (Large Scale) رقم (5ESS) لأجل الخلوي لكنها قررت استخدام المفهوم التوزيعي (Distributed) لزيادة سعة البدالة، كما هو مبين في الشكل (13.5). استخدم المعالج 3B2O من أجل المعالج الخليوي التنفيذي (ECP: Executive Cellular Processor) وهو وحدة تحكم. كانت المنظومة الموزعة معتمدة على وحدات منفصلة (Modules). دعيت البدالة الكبيرة بـــ(Autoplex-1000) والتـــي كان لها بنية وحدات (Architecture) موزعة ومكونة من عدد من بدالات Autoplex-10 كوحدات منفصلة لها (Modules). كانت استراتيجية AT&T في أن البدالة ممكنة الصنع وفق رغبة الزبون (Customer Made) اعتماداً على متطلبات المشغل. لم تتمكن تشكيلة حلقة الرمز (Token Ring) من التعامل مع الحركة الكثيفة. لهذا قررت Pactel عدم استخدام بدالة AT&T الـــ (Autoplex-1000).

لكن AT&T لم تعلم بأن الاتصالات اللاسلكية سوف تحتاج إلى سعة أكبر لحركة أعلى ولنطاق أعرض للسنوات الخمسة عشر المقبلة. هذا قرار واحد في استخدام منظومة تبديل (Switching) موزعة بدلاً عن رقم (5ESS) آلم بصورة سيئة منظومة AT&T الخليوية. لو تم تطوير بدالة بمقياس كبير لكانت المزايا الفنية والخدمات قد ربحت مؤكداً حصة سوق كبيرة. تم تطوير الفئة (5ESS) لكن خسارة السوق لم تكن ممكنة التعويض .

ECP: معالج خلوي تنفيذي
DSN: عقدة بدالة رقمية
CSN: عقدة موقع خلية
RPC: تحكم طرفية حلقية
DCS: بدالة خليوية رقمية (مثلا Autoplexio)



الشكل 13.5: تجهيزات تبديل (Switching) خليوية: Autoplex-1000، منظومة لامركزية

27.5 بضع أدوات هامة لمنظومات جديدة

نحتاج عند تصميم منظومة ما لأدوات هامة كثيرة. بدون أدوات فإن مَعلَمات رئيسية كثيرة غير ممكنة الحساب.

1.27.5 إزالة النبضات العشوائية من المعطيات

كشفت معطيات التشوير المجمعة في الحقل الراديوي المتنقل قيماً عالية بشكل حاد لتلوث

ضجيج نبضي. يحتاج الأمر لبرنامج برمجيات لإزالة النبضات عالية المستوى من المعطيات. ليس من السهل تقدير متوسط معطيات الضجيج المرقمة (Digitized) بوجود نبضات عالية المستوى. لا تحمل النبضات أية قدرة. لكن إذا مسكت من قبل الترقيم، فإن عينة النبضة عالية المستوى سوف ترفع متوسط مستوى الضجيج. مثلاً إذا كان هناك ثلاث نبضات بمستوى يفوق بمقدار (20) ديسيبل باقي الـــ (256) عينة ضجيج، فإن المستوى سوف يرتفع بمقدار (3.3) ديسيبل.

$$\frac{253+3\times100}{256}=2.16=3.3\ \text{dB}$$

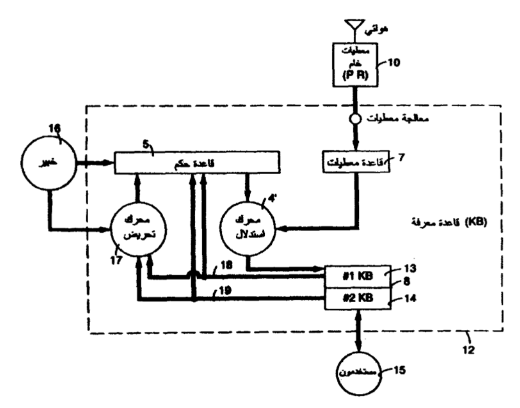
لهذا السبب من الضروري إزالة النبضات في عينات معطيات الضجيج قبل أخذ المتوسط. نظراً لأننا لا نستطيع التحديد بسهولة من المعطيات الرقمية ما هو الضجيج النبضي، تم تطوير تقنية استخدام الطبيعة الإحصائية للضجيج لإزالة النبضات من قبل Lee في مخابر بل/30/. على كل جزء من المعطيات الضجيجية أن تذهب خلال برنامج برمجيات قبل إيجاد مستوى الضجيج المتوسط.

2.27.5 المقلد (المحاكي) متعدد الأقنية

عند تصميم منظومة خلية ميكروية/26-29/. احتجنا مقلداً متعدد الأقنية لمحاكاة عدد معطى من أقنية مسببة للتداخل. يجب أن يكون لكل منها عرض نطاق قدره (30) كيلو هرتز، وكما هو في الـــ(AMPS) سوف تُرْسِل (transmit) جميع الأقنية بما فيها الأقنية غير المرغوبة عبر منظومة الخلية الميكروية لإيجاد الأداء في نهاية الاستقبال. لم يكن المقلد متعدد الأقنية هذا متوفراً في السوق. إن HP لا تصنعه، كان من الممكن عادةً إيجاد مولد بنغمتين فقط. كان توليد ترددات أقنية متعدده من بحث مفرد ليس سهلاً. وجد Lee حلاً وسجل براءة/31/. ثم بنـــي المقلد متعدد الأقنية. وساعد في تحسين المنظومات الميكروية في التسعينيات.

وجد في عام 1995 تداخل تعديل بينـــي (Intermodulation) في أجهزة استقبال الـــ CDMA المتنقلة عندما كانت الوحدات المتنقلة قريبة من محطات الـــAMPS القاعدة. حَمَّلَت إشارة محطة القاعدة (Loaded) القوية المضخم منخفض الضجيج

(LNA: Low Noice Amplifier) لمستقبل إشارة الـــCDMA، وولدت مركبات التعديل البينـــي (IN) ضمن نطاق الـــCDMA. وكنتيجة، كانت المكالمة تسقط (تنقطع). باعتبار أن نطاق الـــCDMA أعرض، فإن فرصة سقوط مركبات التعديل البيني ضمن هذا النطاق تغدو أكبر. لإيجاد الحل، أراد C. E. Wheatley وJ. Maloney من Qualcomm البحث عن مولد متعدد الأقنية لمحاكاة المشكلة لكنهما لم يجدا واحداً في السوق فاستعارا المحاكي من مخبر Lee متعدد الأقنية وولدا (28) قناة تداخل AMPS (سيناريو أسوأ حالة) في نطاق الـــ AMPS. وجد لاقط الـــCDMA أن ثلاثة عشر نغمة تعديل بَيْنـــي وقعت في نطاق الـــ (CDMA) والتـــي كانت قريبة من نطاق الـــ(AMPS). زادت هذه النغمات من قدرة المشوش (Jammer) بمقدار (7) ديسيبل تقريباً/32,33/. الطريقة الوحيدة لتخفيض تداخل الـــ (7) ديسيبل هو في إغلاق المضخم منخفض الضجيج عندما تكون الإشارة المستقبلة بالوحدة المتنقلة قوية.



الشكل 14.5: تحكم توصيل بذكاء صنعي (براءة أمريكية رقم 4.999.833 من قبل Lee).

براءة الولايات المتحدة [19] Lee

رقم البراءة 4.999.833

تاريخ البراءة 12 آذار مارس 1991

[54] تحكم بتوصيل الشبكة بواسطة الذكاء الصنعي

[75] المخترع: William C.lee, Corona Del Mar, Calif

[73] الوكيل: شركة ITT، New York, N.Y

[21] APP. No. 287, 742

[22] مصنعة 20 ديسمبر 1988

معطيات التطبيق الأمريكية ذات الصلة

[63] استمرارية للسلسلة رقم 125,738، 6 آذار (مارس) 1985 المتنازل عنها.

[51] Int.Cl^5...... H04J 3/24

[52] USCI ...370/94.1; 370/58.3 370/60, 370/94.3, 340/825.02;340/ 852.06. 364/513

[58] مجال البحث

370/60, 94.1, 58.1, 370/58.2, 58.3, 60.1 94.2, 94.3, 445/62; 364/513; 340/825.02, 825.06

[56] مراجع مذكورة

وثائق البراءة الأمريكية

4.320.500 3/1982 Barbenis et al.... 370/94.1

4.601.586 7/1986 Baher et al.... 370/94.1

4.670.848 6/1987 Schramm.... 364/513

4.779.208 10/1988 Tsuruta et al.... 364/513

مطبوعات أخرى

Hayes-Rothetal ((منظومة خبير بناء)) 1983، P P: 129-131,287-326

الفاحص الأولي Benedict V. Satoure K

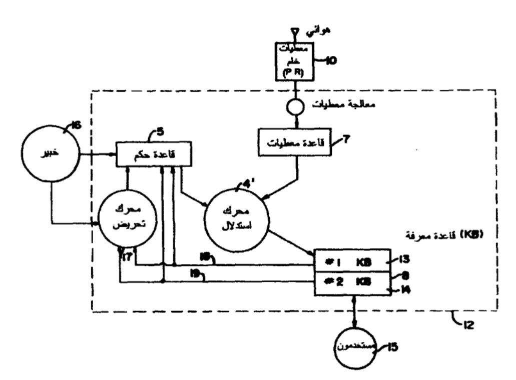
فاحص مساعد Alpus H. Hsu

وكيل المحامي أو المعمل- Arthur L. Plevy

[57] خلاصة:

منظومة اتصالات تستخدم ذكاء صنعياً لانتقاء مسارات ترابط بين مواقع مختلفة في شبكة اتصالات. إن مثالا مبيناً هو شبكة رزم راديوية يتوضع فيها وحدة مستقلة (Module) ذكية في موقع راديوي أو أكثر من الشبكة، تطبق سلسلة من أحكام مرشدة لقاعدة معرفة تم الحصول عليها من خبرة الشبكة لانتقاء مسارات توصيل عبر الشبكة. تحتوي وحدة الذكاء الصنعي المستقل على محرك استدلال (استنتاج)وذاكرة لتخزين معطيات الشبكة تم الحصول عليها من مستقبل راديوي وإرسالها إلى محرك الاستدلال، وذاكرة متصلة مع محرك الاستدلال تخزن مجموعة من أحكام مرشدة لمنظومة الذكاء الصنعي وذاكرة قاعدة معرفة تخزن معلومات الشبكة التي يستحر عليها محرك الاستدلال. إن ذاكرة قاعدة المعرفة قادرة على تزويد راجع لمعلومات الشبكة إلى ذاكرة قاعدة الحكم، والتي تستطيع بذلك تجديد أحكامها. مبين أيضاً مثال لشبكة اتصالات متعددة الوسائط

17 ادعاء 10 صفحات رسم



المستند 5D تحكم قابلية توصيل شبكة بالذكاء الصنعي. براءة منحت لـ W. Lee

3.27.5 تطبيق الذكاء الصنعي

سجل Lee في عام 1985 اختراعاً/34/ لتطبيق ذكاء صنعي (AI: Artificial Intelligence) عندما كان لدى شعبة الاتصالات الدفاعية (ITT) كان الذكاء الصنعي في ذلك الوقت حقلاً جديداً. لا يعتمد الذكاء الصنعي على طريقة الخوارزمية لكنه يتبع مجموعة من أحكام مرشدة (Heuristic Rules) تقيم في قاعدة الحكم (Rule Base) كما هو مبين في الشكل (14.5). تشكل الأحكام أساس حكم ومعطيات دخل من قاعدة معطيات. يدخل كلا الأحكام ومعطيات الدخل إلى محرك الاستدلال، الذي يؤمن حلاً أو معرفة تحفظ في قاعدة المعرفة (Knowledge Base).

هناك أيضاً محرك تحريض يستقبل الدخل من قاعدة معرفه خبرة لتحسين قاعدة الحكم. استخدم هذا الاختراع في تحكم توصيل الشبكة بالذكاء الصنعي في حال دمرت المحطة الرئيسية (Master Station) في ميدان المعركة. لسوء الحظ لم يملك فاحص الاختراع معلومات كافية عن الذكاء الصنعي لمنح البراءة. لهذا السبب كان على Lee أن يزوده بمادة

قراءة وفيرة عن الذكاء الصنعي (أنظر المستند 5.B). سُجِّلَ اختراع Lee في 6 أيار مايو عام 1985 لكنه لم يمنح البراءة قبل 12 آذار مارس عام 1991.

28.5 مراجع

1. FCC rule making "40 MHz Spectrum Shared with Wireline and Wireless Companies," January 1981.
2. U.S. Court of the District of Columbia "United States of America vs. Western Electric Company, Incorporated, and American Telephone and Telegraph Company –MFJ," Civil Action No. 82-0192, August 24, 1982.
3. W. C. Y. Lee, "Sharing Spectrum and Harmful Interference," *VTC-2000 Spring*, Tokyo Japan, May 15-18, 2000, Conference Record, pp. 1778-1781.
4. B. G. King, "Experiment Using Light Transmission" A letter to Mr. T. F. Sullivan, Maintenance Supervisor, Empire State building, on December 18, 1972.
5. W. C. Y. Lee, "Measuring Apparatus of Millimeter Wave Propagation in New York City," Bell Labs Memorandum for Record, April 12, 1974.
6. W. C. Y. Lee, "Studing the Advantage of Using a Diversity System Between Millimeter Wave Link and Optical Wave Link in Metropolitan Area," Bell Labs Memorandum for Record, March 25, 1974.
7. L. H. Von Ohlsen and C. N. Dunn sent the Impatt Diodes from Bell Labs (Reading, Pennsylvania), Bell Labs Internal Memorandum, June 7, 1972.
8. D. A. Gray, "Impatt Diodes,"Bell Labs Internal Memorandum, Dec. 11, 1972.
9. W.C.Y.Lee, "Impatt Diode," Bell Labs Memorandum to C. N. Dunn, January 17, 1974, reported on the operating status of 14 diodes.
10. W. C. Y. Lee, "Measuring Apparatus for Millimeter Wave Propagation in New York City," Bell Labs Memorandum for Record, April 12, 1974.
11. W. C. Y. Lee, *Mobile Cellular Telecommunications, Analog and Digital Systems*, 2nd ed., New York: McGraw-Hill,1995, pp.646-650.
12. W. C. Y. Lee, "No Cost and Fast Time in Obtaining the Signal Attenuation Due to Fog Alone" Bell Labs Memorandum for Record, May 10, 1974.

13. S. H. Lin, "Rain-Rate Distributions and Extreme Value Statistics," *Bell System Tech. J.* 55:1111-1124, October 1976.
14. W. C. Y. Lee, "A Simple Method of Obtaining Statistics on Signal Attenuation Due to Rainfall in Major U.S. Cities," Bell Labs Memorandum for File, June 9, 1975.
15. W. C. Y. Lee, "An Aproximation Method for Obtaining Rain Rate Statistics for Use in Signal Attenuation Estimating," *IEEE Trans. on Antenna and Propagation*, AP-27: 407-413, May 1979.
16. "Cordless Telephone 2/Common Air Interface (CT2/CAI)," *Managemant of International Telecommunications, MIT 12-850-201*, Delran, NJ: DataPro Information Services Group, February 1994.
17. CDI System, "The CDI System Specifications," Cellular Digital Incorp., 1994.
18. CDPD- Cellular Digital Pocket Data, Cell Pat. Plan II Specification," San Diego: PCSI Co., January 1992.
19. W. C. Y. Lee, "Data Transmission via Analog Cellular Systems," ICUPC Proceedings, San Diego, Calif., September 27-October 1, 1994., pp. 521-525.
20. Ellen Kayata Wesel, Wireless Multimedia Communications, New York: Adison-Wasely, 1998, pp.277.
21. Narrow-AMPS, "A Bridge to the Digital Future," CTIA Technology Forum, Chicago, Illinois, Dec. 6, 1990.
22. W. C. Y. Lee, "Mobile Cellular Telecommunications, *Analog and Digital Systems, 2b ed.*, New York, McGraw-Hill, 1995, pp. 414-417.
23. Graham Haddock, "Nextel Base Station Interference," a Motorola memo to Pactel Co.
24. Metricom, "Metricom's Strategy Based on Huge Number of Users," *Mobile Data Report* 5(16), August 16, 1993.
25. Personal Handly Phone (PHP), Personal Handly Phone Standard Research Development Center for Radio System (PCR), CRC STD-28, December 20, 1993.
26. W. C. Y. Lee, "Microcell System for Cellular Telephone System," U.S. Patent 4,932,049, June 5, 1990.
27. W. C. Y. Lee, "Small Cell for Greater Performance," *IEEE Communication Magazine*, November 1991, pp. 19-23.

28. W. C. Y. Lee, "An Innovative Microcell System," *Cellular Business*, December 1991, pp. 42-44.

29. W. C. Y. Lee, "Applying the Intelligent Cell Concept to PCs," *IEEE Trans. on VT*, vol. 43, August 1994, pp. 672-679.

30. W. C. Y. Lee, "A Technique for Estimating Unbiased Average Power in the Presence of High Level Impulses," *ICC '80 Conference Record*, 1980, pp. 24.3.1-24.3.5.

31. W. C. Y. Lee, "Frequency Signal Generator Apparatus and Methods for Simulating Interference in Mobile Communication System," U.S. Patent 5,220,680, June 15, 1993.

32. Charles E. Wheatley and J. Maloney, private communication, October 2, 1995.

33. W. C. Y. Lee, *Mobile Communications Engineering*, 2nd ed, New York: McGraw-Hill, 1998, pp. 592-594.

34. W. C. Y. Lee, "Network Connectivity Control by Artificial Intelligence," U.S. Patent 4,999,833, March 12,1991.

تطبيق تقسيم الرمز متعدد النفاذ CDMA

1.6 ما هو الـــCDMA؟

2.6 ما هو الطيف المنشور؟

3.6 لماذا يعمل الطيف المنشور تحت تأثير تشويش قوي؟

4.6 نشوء الـــCDMA

5.6 فلسفة نشر الـــCDMA

6.6 صفات (خصائص) الـــCDMA

7.6 العصر المظلم للـــCDMA

8.6 نموذج انتشار الـــCDMA الكوري

9.6 اخترعت Qual Comm الـــCDMA وكوريا أنقذت الـــCDMA

10.6 اختيار منظومات الـــCDMA للجيل الثالث 3G

11.6 مسألة طيف الجيل الثالث العالمي

12.6 حامل واحد مقابل حامل متعدد

13.6 مراجع

1.6 ما هو الـCDMA؟

الـCDMA هو طريقة نفاذ متعدد/1/ تُعيِّن تتابعاً ذا رمز خاص (تؤدي دوراً كقناة حركة) للفريق الطالب (calling party). إن قناة الحامل بكل منظومة CDMA هي حامل تردد راديوي عريض النطاق، يحمل تتابعات (sequences) رمز مختلفة كثيرة أو أقنية حركة مختلفة كثيرة. في أوائل الثمانينيات طُبقت منظومة CDMA على منظومة اتصالات السواتل لإرسال معطيات ذات سرعة عالية. إلا أن منظومة الـCDMA لم تستخدم من أجل المنظومات المتنقلة الأرضية في الثمانينات.

يمكن مقارنة منظومتين شائعتين FDMA، وTDMA مع منظومة الـCDMA. إن البنى الراديوية للـFDMA والـTDMA متشابهة. تشبه كل قناة من أقنية الـFDMA الترددية وأقنية الـTDMA ذات النوافذ الزمنية (Time Slots) فريقين يتحدث كل منهما من غرف معزولة بلا أي تداخل. يمكن تقسيم المبنى إلى غرف كما هو مبين في الشكل رقم (6-1-آ) إن مقاسات الغرف مشابهة لعرض النطاق الترددي أو مدة النافذة الزمنية. ومع ذلك إن بنية الـCDMA مختلفة عن الـFDMA والـTDMA. يشبه الحامل الترددي للـCDMA قاعة عامة كبيرة مليئة بالناس الذين يتحدثون مع بعضهم البعض. كما هو مبين في الشكل رقم (1.6. ب). لا توجد جدران عازلة للأصوات لهذا على المتواجدين التحكم بأصواتهم بحيث يتمكن كل فرد من التحدث بنفس الوقت. مثال جيد قاعة غذاء رسمية حيث يحافظ الناس المتواجدون على أصواتهم المنخفضة إذ يثير الهدوء البالغ الدهشة عند الدخول إلى هذه القاعة حيث العدد الكبير من الناس المتواجدين فيها. إن التحكم بالقدرة (Power Control) في منظومة الـCDMA لكل قناة حركة هو هام جداً لأن جميع أقنية الحركة تتشارك بنفس قناة الحامل الراديوي.

من وجهة نظر أخرى يمكن لمنظومة الـCDMA أن تعمل بصورة مشابهة لتحاكي حفلة كوكتيل (Cocktail) /2/. عند إقامة حفلة كوكتيل تسمع الأصوات من مسافة بالكاد يتمكن الضيوف من سماع بعضهم البعض، لهذا يرفعوا أصواتهم. بعد وقت قصير تبدو كافة الأصوات في الغرفة عالية وتمتلئ الغرفة بضجيج عال غير مفهوم. وكنتيجة لا يمكن لأي شخص في الحفلة أن يتمتع بالمحادثة. بدون تحكم في القدرة سيكون لمنظومة الـCDMA

النتيجة نفسها كما هو حال حفلة الكوكتيل. لا يمكن لمنظومة الـCDMA العمل جيداً دون تحكم مناسب بالقدرة.

2.6 ما هو الطيف المنشور؟

يطبق تعديل الطيف المنشور (SS: Spread Spectrum) بصورة مناسبة على منظومة الـCDMA لأن منظومة الـCDMA تستعمل تتابعاً رمزياً (Code Sequence) ليس فقط لإرسال معلومات معطيات ولكن أيضاً لإرسال تتابع رمز العنوان (Address Code) والمنشئ المُعرَّف (Identified Originator) المطبق على معلومات المعطيات. كمثال، يمكن تمثيل بت معلومات (Information Bit) بتتابع (Sequence) بتات مرمزة (Coded Bits) ندعوها شبات (Chips). إذا كانت البت ممثلة بـ(100) شبة فإن طيف بتات المعلومات تحتاج للنشر مائة ضعف من طيف الشبات. يدعى هذا بالطيف المنشور. استخدمت تقنيات الطيف المنشور لمكافحة تشويش تداخل العدو منذ الستينات. لكننا نستخدم في الـCDMA الخليوي الطيف المنشور (SS) لزيادة السعة الراديوية. بالحقيقة إن التعديل الترددي المخترع من قبل Edwin Howard Armstrong هو الطيف المنشور السابق. أدرك Armstrong أنه بنشر إشارة المعلومات عبر نطاق أعرض، وأمكن تخفيض ضجيج المحيط. يعرف انحراف إشارة التعديل الترددي (FM) بدليل التعديل (Modulation Index) ويعطى بالعلاقة $m = \Delta F/W$ وهو عبارة عن حاصل قسمة الانحراف الترددي على عرض نطاق المعلومات. من أجل الـ(AMPS) إن $\Delta F = 12$ kHz، $W = 3$ kHz (طيف الإشارة الكلامية) إذن دليل التعديل m=4. يمكن اعتبار دليل التعديل كربح المعالجة لتعديل الطيف المنشور (PG: Processing Gain) في منظومة cdma One، إن معدل معطيات نطاق القاعدة هو (R = 9.6 Kbps) وعرض نطاق معدل الشبة هو B = 1.2288 MHz.

إن PG هو:

$$PG = \frac{1.2288 \times 10^6 \text{ Hz}}{9.6 \times 10^3 \text{ bps}} = 128$$

لهذا فإن PG تساوي (4) من أجل الـ(FM) و(128) من أجل منظومة cdma One.

تحتاج منظومة (cdma one) لأن يكون (PG) عالياً لأن منظومة الــCDMA تستخدم الطيف المنشور لتقليل التداخل، وبالنتيجة تزداد سعة المنظومة. وهكذا يستخدم الــ FM الطيف المنشور (SS) لتقليل ضجيج المحيط (أي لزيادة نسبة S/N) وتستخدم الــcdma one الطيف المنشور لتقليل التداخل.

إذا لم يكن الوسط الراديوي حاوياً على ضجيج قوي أو على تداخل فاستخدام الطيف المنشور(S.S.) يكون إسرافاً لذا لا توجد طريقة تعديل أحسن من الأخرى في الاتصالات. يجب أن نفهم أولاً الوسط الراديوي (الضجيج والتداخل و...) ومن ثم نجد التعديل المناسب.

6 . 3 لماذا يعمل الطيف المنشور تحت تأثير تشويش قوي؟

تحت تأثير تشويش قوي للعدو، من الممكن لمستوى قدرة التشويش أن يصل لمستوى 10^5 = 50 ديسيبل أعلى من قدرة مستوى الإشارة المستقبلة، كما هو مبين في الشكل رقم (2.6). كيف يستطيع بعد ذلك جهاز الاستقبال استقبال إشارته؟. سنوضح في هذا المقطع قيمة تعديل الطيف المنشور. علينا أولاً أن نعرف معادلة عامة للأنظمة الرقمية. يمكن التعبير عن النسبة C/I بــ:

$$\frac{C}{I} = \frac{E_b \cdot R}{I_o \cdot B} = \frac{E_b / I_o}{B / R} \qquad [1.6]$$

حيث أن E_b القدرة لكل بت، (R) معدل الإرسال (بت/ثانية)، (I_o) قدرة الضجيج لكل هرتز، (B) عرض نطاق القناة. يتم الحصول على قيمة (C/I) عند مستوى التردد الراديوي. يمكن أن تكون أكبر أو أصغر من الواحد. تقاس النسبة E_b/I_o عند نطاق القاعدة وهي أكبر من الواحد دوماً. عادة إن $(E_b/I_o \geq 10 \text{ or } 10\text{ dB})$

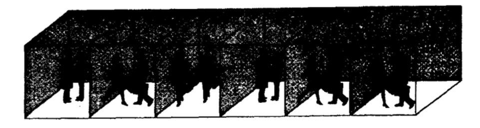
يمكننا أن نفترض حالة بأن المشوش (I) هو 10^5 مرة أقوى من الإشارة المرغوبة (C) أي أن: $I/C = 10^5$. إن $Eb/Io = 10$ عند نطاق القاعدة ومعدل الإرسال هو (100) بت/ثانية. الآن في أية حالة يمكن للطيف المنشور أن يساعد في مقاومة التشويش؟ لنطبق المعادلة [1.6] ونعوض بالقيم

المفروضة بالمعادلة:

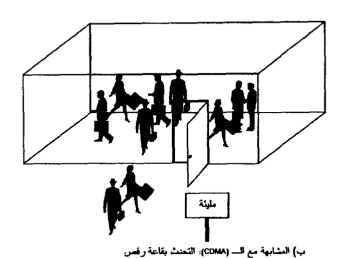
$$\frac{C}{I} = \frac{10}{B/100} = \frac{1000}{B}$$

عندئذ يكون B:

$$B = 10^8\ Hz = 100MHz$$

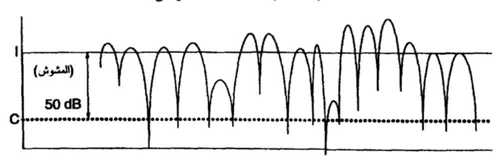


ا) المشابهة مع الـ (TDMA) أو الـ (FDMA) التحدث بغرف مستقلة



ب) المشابهة مع الـ (CDMA): التحدث بقاعة رقص

الشكل 1.6: (آ) المشابهة مع الـ(TDMA) أو الـ(FDMA): التحدث بغرف مستقلة (ب) المشابهة مع الـ(CDMA): التحدث بقاعة رقص



الشكل 2.6: تأثير تشويش قوي على مستوى إشارة مستقبلة

الجواب هو أنه باستخدام طيف منشور بعرض نطاق (100) ميغاهرتز يمكن مكافحة تداخل العدو. إن (PG) لهذه المنظومة هو: $100\ MHz / 100\ bps = 10^6$ أو PG = 60 dB.

يساعد الشكل رقم (2.6) في شرح السبب الفيزيائي في أن (*I*) و(*C*) هما قيمتا القدرة المتوسطة لدخل كل منهما الآنـــي (Instantaneous inputs). لذلك حتى ولو كان التشويش قوياً جداً هناك فترات زمنية واضحة بالغة الصغر (tiny) كثيرة من الإشارة الآنية غير معرضة للتداخل. بتطبيق الطيف المنشور (S.S.) وتوليد (create) كمية كبيرة من الفيض (الوفرة) (redundancy) يمكن استقبال الإشارة الضعيفة المطلوبة.

4.6 نشوء الـــCDMA

كانت شركة Qualcomm المؤلفة من (200) موظف واقعة في (San Diego, Calif.) قد تشكلت عام 1985. كان عملها الرئيسي في البدء التعقب بكل الاتجاهات (Omni Track)، وهي المنظومة التـــي تتعقب الشاحنات. في شباط (فبراير) عام 1989 زار عشرة أشخاص رئيسيون في شركة Qualcomm برئاسة Erwin Jacobs وAndy Viterbi – شركة Pactel (هي الآن Airtouch). قدم لهم Klein Gilhousen منظومة الـــCDMA للاستخدام الخليوي. كانوا يتحدثون عن الـــCDMA المطبقة على الاتصالات الساتلية بغية تطبيقها على الخليوي. أفاد W. Lee من Pactel بأن الظاهرة الوحيدة الواجب أخذها بالاعتبار في الخليوي كانت تداخل المحطة المتنقلة القريبة على المحطة المتنقلة البعيدة. أو ببساطة التداخل القريب – البعيد. وعلى مسألة التداخل القريب– البعيد أن تُحل باستخدام طريقة تحكم القدرة في الـــ CDMA قبل تطبيق الأخير على الخليوي.كانت طرق تحكم القدرة للـــ (FDMA) و(TDMA) أسهل بكثير، أما بالنسبة للـــCDMA فلم تكن سهلة و لم تكن مهمة واضحة آنذاك. في عام 1989. على الـــCDMA التحكم بقدرة كل تتابع رمز (Code Sequence) ضمن القناة الراديوية. كان W. Lee من Pactel قد درس منظومة الطيف المنشور ومنح براءتين/3,4/ في اتصالات الطيف المنشور قبل عام 1985. أدرك صعوبة إيجاد طريقة تحكم بالقدرة للـــCDMA على الاتصال الخليوي. في نيسان 1989 زارت عناصر من Qualcomm شركةPactel ثانية. وجدوا حلاً لتحكم القدرة في أقنية الـــCDMA المرمزة. بعد تقديم

عرضها لتحكم القدرة الناجح طلبت Qualcomm مبلغ (200.000) دولار للتعاقد على الدراسة من Pactel، في ذلك الوقت اقترح Lee نائب رئيس التقانة المشتركة على acellular CEO، J. R. Hultman وعلى F.C. Farrell نائب رئيس قسم الشبكة بأن الدراسة الورقية لـــQualcomm ستكون بلا فائدة لـــPactel. قالت Pactel بأنها قد تدعم Qualcomm بإعطائها مليون دولار إذا كانت راغبة في تسليم بيان عملي demonstration عن الـــCDMA خلال ستة أشهر. قبلت Qualcomm. كان السبب بإنهاء عرض الـــ (CDMA) خلال ستة أشهر هو التصويت آنذاك على أن المنظومة الرقمية الأمريكية (TDMA) هي معيار المنظومة الرقمية وكانت في مرحلة كتابة المواصفات. عقدت ندوة حول المعايير الرقمية وحول تقانات الجيل الخليوي القادم برئاسة W.Lee (المستند 6-A). إن إخراج الـــCDMA للعموم بأسلوب توقيتـــي (Timely Manner) كان مهماً جداً. أثبتت الـــCDMA نظرياً بأن سعتها عشرة أمثال سعة المنظومة AMPS. كان هذا ما تبحث عنه كل من الـــARTS والـــCTIA (انظر المقطع 6.3).

طلب Jeff Hultman من Lee مساعدة فنية في عرض Qualcomm. وأن يكون في Qualcomm مرة على الأقل بالأسبوع. كان Hultman وFarrill يعالجان قضايا عرض أخرى، مثل إخلاء ترددات Pactel (على الأقل 42 قناة) في سوق Pactel في سان دييغو لعرض الـــCDMA. استخدم للعرض موقعا خلية لـــ(Pactel) مع موقع قيادة Qualcomm.

كان العرض معجزة. يستغرق شراء أي من القطع الإلكترونية في الولايات المتحدة، حتى مقاومة من أربعة إلى ستة أسابيع. كيف استطاعت منظومة مبتكرة أن تكون معدة جاهزة من مسودة (scratch) إلى عرض بيان عملي في ستة أشهر؟ عدلت الوحدات المتنقلة والمحطات الثابتة من الوحدات القائمة. عدِّلت البدالة (المقسم) للـــCDMA من البدالة القائمة PBX صمم بروتوكول الوصلة الأمامية والعكسية، ونفذ التحكم بالقدرة. كان كل شيء تقريباً تجربة لأول مرة، وبهذا الدافع عمل مهندسو Qualcomm ليلاً نهاراً. لم يكن مدهشاً أن تطلب مخبر Qualcomm في منتصف الليل فتجد C.Whitley وB.Weaver وR. Padovani وعناصرهم ما يزالون هناك. قيادة جيدة، مهارات ممتازة، وعمل شاق جعل

من الممكن تحقيق الهدف الذي كان حلماً.

طلبت Qualcomm في أيلول (سبتمر) 1989 مليون دولار آخر (إضافة إلى توظيفها الخاص) لكي يكون العرض منتهياً في تشرين الثاني (نوفمبر) 1989. كان Hultman قلقاً بعض الشيء وسأل Lee عن رأيه خلال اللقاءات المشتركة مع Qualcomm، أجاب (Lee) على أسئلته بنعم. كانت (Qualcomm) سعيدة جداً، ليس فقط بسبب المليون، ولكن أيضاً من الدعم القوي من مُشَغِّلٍ كبير مثل Pactel والذي قد يساوي أكثر.

جرى البيان العملي (Demonstration) في 3 نوفمبر تشرين الثاني 1989 في موقع قيادة Qualcomm في وادي Serrendo، جاء حوالي ستين مشتركاً، بما فيهم شركات محلية وأوروبية وكورية ويابانية. استكمل العرض بنجاح. وُزِّعت خلال العرض نشرة إعلانية. (انظر المستند 6-B). طُبعت وجهات نظر Lee عن الـــCDMA على الصفحة الأولى من النشرة الإعلانية، كما أعد شريط فيديو خلال العرض. كان صدمة للصناعة الخليوية، لكن عرض البيان العملي لـــQualcomm أعطى صناعة الولايات المتحدة الخليوية ثقة أكبر وأكد بأن الشركات الأمريكية ذات قدرة قوية للتفوق التقاني.

لم تكن Qualcomm شركة بائع خليوي في عام 1989، لكن Lee كان معروفاً في الصناعة الخليوية، وفهم تماماً بأن للـــCDMA سعة أكبر من الـــTDMA. في كانون الثاني (يناير) 1990 أخذ Lee المبادرة وقدم ندوة ليوم واحد/5/ عن الـــCDMA الخليوي مدعوماً من الـــIEEE في سان فرانسيسكو (الشاطئ الغربي) وتم ذلك في قاعة مسرح بل الباسيفيكي. حضر هذه الندوة أكثر من /200/ شخص. في آذارمارس 1990 ذهب Lee إلى الشاطئ الشرقي للولايات المتحدة ليعقد ندوة علمية مماثلة ومدعومة من قبل الـــIEEE في نيوجرسي ومن مخبر Dave Goodman's WIN في جامعة روتروغر (المستند 6C)/6/. تحدث Lee في مايو 1990 حول الـــCDMA الخليوي في IEEE VTC'90 في نيوجرسي (المستند 6D). في 2 كانون الأول ديسيمبر لعام 1990 سلم Lee ورقة وشارك في ورشة عمل حول الـــCDMA في مؤتمر (IEEE Globe Com Conference, San Diego, California) /7,8/.

ولدَّ تقديم عروض Lee الأربعة عن منظومة الـــ CDMA الخليوية موجة قوية لدى جمهور الخليوي الرقمي أوائل عام 1990. نُشر إصدار خاص بعد ذلك في عام 1991 في

الدورية العلمية التـــي (IEEE Transactions on Vehicular Technology) التـــي أشرف على تحريرها Lee كان هناك ثلاث ورقات CDMA، الأولى مراجعة Lee للــCDMA /1/، والثانية لـــ(K. Gelhousen et al) "حول سعة المنظومة CDMA الخليوية"/9/ والثالثة لـــ (R. Pickholtz et al) حول "الطيف المنشور لأجل الاتصالات المتنقلة"/10/.

معايير

خلوية

رقمية

الجيل القادم لمنظومة الهاتف الخليوي الأمريكية. ندوة لمدة يومين برعاية القسم الراديوي للحامل المشترك والخليوي

لاتحاد صناعة الاتصالات
لجنة المعايير EIA/TIA
TR-٤٥.٣

TIA

اتحاد صناعة الاتصالات TIA

TIA: Telecommunication Idustry Associatio

تم حجز غرف في فندق الرفاهية (J.W. Marriot 202/393-2000) بسعر خاص (89) دولاراً لغرفة مفردة أو مزدوجة. المجموعة باسم ندوة الخليوي الرقمي لاتحاد صناعة الاتصالات. ينتهي التسجيل بتاريخ 1 آب 1988. الدخول بعد الساعة 15 الخروج ظهراً. يقع الفندق (J.W. Marriot) في العنوان 1331 Pennsylvania Avenue, NW, Washington, DC وهو قريب بسيارة أجرة من المطار الوطني ويمكن الوصول بمحطة المترو سكة حديد واشنطن.

تخفيض Continental/Easter Africa

تعرض الخطوط الجوية (Continental) و(Easter) تخفيضاً خاصاً بهذه المناسبة. لا توجد مدة محددة للإقامة بالنسبة للمركبة والدرجة الأولى أو شرط الحجز المسبق ولا غرامة عند تبديل خط السير أو الإلغاء اطلب مسبقاً للرحلات الخاصة المحدودة بالتعرفة الخاصة ذات معدل حسم أعلى.
يفتح المكتب عادة من الاثنين إلى الجمعة من الساعة 8 صباحا حتى 9 مساء (توقيت شرقي) اطلب (800/468-7022) وأشر إلى رقم النفاذ السهل EZ8BP68. التخفيض التقليدي 50% للمركبة و(50% للدرجة الأولى و5% على أجور الرحلة المطبقة) من 13 لغاية آب 24 آب 1988.

TELECOMMUNICATIONS TIA INDUSTRY ASSOCIATION

المستند (6A) ندوة ليومين حول معيار الخليوي الرقمي برعاية TIA

تتمة المستند 6.A

برنامج

الخميس 18 آب (أغسطس)	الجمعة 19 آب (أغسطس)
9 صباحاً: منظور حامل خليوي حول تقنيات راديو حديثة. المنظم: Dennis M.Rucker مدير التخطيط لدى Ameritech Mobile Communication ورئيس اللجنة الفرعية لـ (CTIA) لتقنيات الراديو اللاسلكي المتقدم. تشمل المواضيع: • مراجعة وملخص جهود الـ CTIA • الخطوط العامة لمواصفة أداء المستخدم • متطلبات تقنية الراديو الحديثة، السمات، المزايا، الخدمات. • اعتبارات اقتصادية • جودة الخدمة والانسجام Compatibility • ماذا تعرض تقنيات الراديو الحديثة على الأسواق أقل من المرتبة (10)	8 صباحاً: عروض منظومة رقمية رئيس الجلسة (moderaator): Peter Nure من Novatel ورئيس لجنة معايير (TIA/TR-45.3) يلي وصف المعايرة (TR-45.3) سيقدم موردي التجهيزات الرئيسيون مثل (AT&T)، اريكسون، (IMM)، موتورولا، (NEC)، نورثون تيليكوم. عروض منظومة والتي تتضمن اعتبارات معلمات (Parameters) التصميم العامة مثل: • بنية المنظومة • التردد الراديوي (RF) وعوامل الانتشار • البروتوكولات
الغذاء المتحدث: Patricia Diaz Dennis وكيل FCC	المتحدث: Richar Note Baert رئيس Ameritech Mobile Communication
1.30 بعد الظهر: منظور دولي وقواعد المنظم: Frank L.Rose رئيس فرع المعايير الفنية يتطرق ممثلون من كندا وأوروبا والـ (FCC) لتطوير الخليوي من وجهة نظرهم 3 بعد الظهر: مراجعة تقنيات الجيل القادم الخليوية المنظم: Dr W.C.Lee خليوي Pactel ستناقش لائحة من الفنيين المواضيع: • FDMA و TDMA • الترميز الكلامي • ترميز القناة • تعديل الغلاف الثابت والخطي • مردود الطيف • 6.30 بعد الظهر • استقبال	2 بعد الظهر: لائحة مناقشة حول عروض رقمية للمنظومة الخليوية الأمريكية القادمة. رئيس الجلسة: Jesse E.Russell مدير مخبر الإرسال الخليوي لـ (AT&T) ورئيس قسم الحامل المشترك الراديوي والـ (TIA) الخليوي ستتيح جلسة الاستخلاص هذه للحضور توجيه أسئلة للمذكورين باللائحة بمواضيع مثل: • تشغيل منظومة مشغل بينية • انتقال شبكة (transition) • عوامل اقتصادية • انسجام رقمي/تماثلي • تجوال: (Roaming) • التحكم بخدع الفوترة

ندوة تقانة الخليوي الرقمي (أغسطس)

فندق J.W.Marriot — 18 و19 آب 1988 — واشنطن دي سي

العودة لـ: Suzanne Mullendore TIA, Suite 400

202/457/4937 1722 Eye Street, NW, Washington DC 2006

الاسم:	اسم العائلة: من أجل اللوحة (Badge)
الشركة:	هاتف:
العنوان:	

الكلفة: 395 دولار للفترة 88/1/7 إلى 88/12/8 و495 لما بعد 88/12/8

الدفع المسبق مطلوب — الإلغاء الخطي مقبول حتى 12 آب. الدفع: مغلف على شكل شيك ____________/(الأمر: TIA)



المستند (6B): نشرة إعلانات عرض CDMA، 3 تشرين الثانـــي نوفمبر، 1989

احتاجت في الماضي كل منظومة جديدة لعشر سنوات على الأقل للتطوير قبل أن تكون قابلة للتطبيق تجارياً. استغرقت مثلاً الـــAMPS على الأغلب عشرين عاماً، استغرقت منظومة الـــ GSM عشر سنوات، و(TDMA) لأمريكا الشمالية (IS-136) سبع سنوات. لكن استغرقت منظومة الـــCDMA خمس سنوات فقط مما جعل تطويرها الأسرع في التاريخ.

WINLAB

مخبر شبكة معلومات لاسلكية

جامعة RUTGERS

بالاشتراك مع

جمعية التقانة المركبية IEEE تقدم

حلقة دراسية تثقيفية حول

تقانة نفاذ راديوي CDMA/طيف منشور

من قبل

Dr. William C.Y. Lee

خليوي Pactel

التاريخ: 25 نيسان أبريل 1990

المكان في فندق: Sheraton Regal Inn
Kingsbridge Road
Piscataway NJ 08854
(908)469-5700

الوقت: 10 صباحاً – 3.30 مساءً

الرسم: 100 دولاراً (75 دولاراً للراعي WINLAB)

يشمل غداء بوفيه

التوجه إلى فندق Sheraton Regal: من الطريق 287S خذ المخرج 5 (High Land Park) ثم يميناً على طريق النهر. من 287N خذ المخرج 5 (High Land Park) ثم يساراً على طريق النهر.مباشرة من شارع River دع Jug-handle يساراً إلى شارع (Continental Avenue) ويساراً ثانية إلى طريق (Kingsbridge Road)

التسجيل محدود. لتجنب خيبة الأمل، الرجاء ملء الاستمارة أدناه وأرسالها قبل 30 نيسان إلى:

Elizabeth Normyle
WINLAP Business Manager
Box 909, Piscat way NJ 08855-0909
Fax: (908) 932-3693
Phone: (908) 932-5954

محاضرة: تقانة نفاذ راديوي CDMA/طيف منشور

الاسم: ________________ النسب ________________

العنوان: ________________________________

الهاتف: ________________ فاكس: ________________

الرجاء غلّف رسم تسجيل (100) دولار. تأكد من أنه لأمر (WINLAB)

من أجل الراعي WINLAP :

الرجاء غلف رسم تسجيل (75) دولار واكتب العبارة "WINLAB Sponsor" على الشيك، تأكد من أنه لأمر (WINLAP)

المستند 6C ندوة تثقيفية حول تقانة نفاذ راديوي CDMA/طيف منشور في جامعة Rutgers

لائحة التقانات الخليوية الرقمية

الرئيس: Dr. William C. Lee

الوقت: 7.30 – 9.30 PM

7 أيار مايو، 1990

- مراجعة إعداد معيار أمريكا الشمالية

Dr. Peter Nurse

- مرمزات الكلام

Dr. James Mikulski

- مخطط (TDMA)

Dr. Jan Uddenfeldt

- بنية القناة

Dr. John Marinho

- مخطط (CDMA)

Dr. William C. Lee

- مخططات تعديل

Dr. Kamilo Feher

مؤتمر تقانة مركبية للـــ(IEEE)

ORLANDO, FLORIDA

6-9 أيار مايو 1990

المستند (6D) لائحة تقانة الخليوي الرقمية، IEEE VTC'90

5.6 فلسفة نشر الـــCDMA

جميع أقنية الحركة في الحامل الراديوي للـــ(CDMA) معتمدة على بعضها البعض. فهي تتشارك القدرة الكلية. عندما تكون الوحدة المتنقلة قريبة من موقع الخلية، فإنها ترسل قدرة أقل إلى موقع الخلية وتدع الوحدة المتنقلة البعيدة ترسل مزيداً من القدرة إلى موقع الخلية. كل وحدة متنقلة تأخذ بالاعتبار الوحدات الأخرى. إذا بدأت إحدى الوحدات المتنقلة بالاهتمام بنفسها فقط وأرسلت إشارة عالية القدرة كما تريد، فإن كامل المنظومة تصبح غير قابلة للتشغيل. إذا أمكن لكل وحدة متنقلة في المنظومة أن تتحكم بقدرتها بصورة محكمة، فإن

مستوى التداخل في المنظومة يكون أقل ويمكن لها أن تخدم عدداً أكبر من الوحدات المتنقلة وتزداد السعة أيضاً كما وصف Lee في عدد من منشوراته/11-17/.

لهذا السبب تمارس اللعبة عن طريق تخفيض مستوى التداخل في المنظومة. تستخدم نفس المشابهة مع مطعم غذاء رسمي إذا تمكن الزبائن من التحكم بمقدار صوتهم وجعلوه أخفض، فإن بالإمكان جعل طاولات المطعم أقرب لبعضها. وهي فلسفة زيادة السعة نفسها.

قد نجد أيضاً في منظومة الـCDMA فائدة في الانتقال من التداخل المفهوم اعتماداً على خلفية العدد القليل من المتداخلين إلى التداخل غير المفهوم (Unintelligible) اعتماداً على خلفية العدد الكبير من المتداخلين. عندما نتناول طعامنا في مطعم، وكانت هناك طاولة أو طاولتان مجاورة لنا فإن حديثنا يتداخل مع حديث الطاولة أو الطاولتين الأخريين. إذا كانت هناك خمس طاولات أو أكثر فإن محادثاتهم تصبح ضجيجاً غير مفهوم، وذا تأثير أقل بكثير على محادثاتنا.

في منظومة الـCDMA، إذا كان هناك بضع وحدات متنقلة فقط تقيم الاتصال فإن عدداً محدوداً من أقنية الحركة فعال. التداخل المفهوم في هذه الوضعية عال (أي بضع متداخلين أقوياء)، لكن للمنظومة CDMA متسع كاف لعزلهم ضمن أقنية الحركة، وبالتالي يتم تخفيض التداخل المفهوم. عندما يكون هناك عدد كبير من الوحدات المتنقلة التـي تستخدم أقنية حركة كثيرة، يصبح التداخل ضجيجاً غير مفهوم ولا حاجة للقلق بشأنه. يمكن للعزل المطلوب بين أقنية الحركة أن يكون أقرب بكثير. لهذا فإن منظومة الـCDMA قادرة على أن تكون ممكنة التشغيل في كلا الحالتين: الحركة العالية والمنخفضة.

6.6 صفات (خصائص) الـ(CDMA)

منظومة الـCDMA مختلفة عن كل من الـFDMA أو الـTDMA. نحن معتادون على عمليات الـAMPS والتـي هي منظومة FDMA. يلقي الجدول التالي الضوء على الفروقات بين الـ(FDMA)، و(TDMA) والـ(CDMA) تفسر بعض الصفات الواردة بالجدول نفسها والبعض الآخر مبين كما يلي:

1. الـ CDMA منظومة سعة برمجيات: إن الحامل الراديوي للـCDMA مصمم لخدمة من (1) إلى (55) قناة حركة. إن عدد أقنية حركة الـCDMA أثناء التشغيل الحقيقي ليس ثابتاً فهو يعتمد على حالات الظروف المحيطة. هذا مختلف عن الـFDMA والـTDMA إذ بإمكان عشرة أقنية راديوية أو نوافذ زمنية (Time Slots) خدمة عشرة مستخدمين فقط.

الصفات	CDMA	TDMA أو FDMA
C/I	<1	>1
السعة	برمجيات	عتاد
المناولة	برمجيات	عتاد
عرض النطاق	نطاق عريض	نطاق ضيق
نفاذ متعدد	تتابعات رمز	ترددات أو نوافذ زمنية
تحكم القدرة	محكم	فضفاض
تخصيص التردد	لا يوجد	نعم
معامل إعادة استخدام التردد	$K \rightarrow 1$	K>1
دورة فعالية الكلام	%(40-35)	%100
معدل إرسال المعطيات	عالي	منخفض

2. لمنظومة الـ(CDMA) عمل مناولة برمجيات. تتّصل (connects) المكالمة دائماً في منطقة المناولة مع موقعي خلية أو أكثر وذلك للإقلال من معدل سقوط الخلية (انقطاع المكالمة – dropped -cell rate) كذلك عند استخدام مستقبلات تنوع (diversity receivers) [مستقبل مشط متعدد A multiple of rake receiver] يكون بالإمكان تخفيض قدرة إرسال كل موقع إلى الوحدة المتنقلة. لهذا السبب يكون مجموع قدرة الإرسال المستقبلة من موقعي خلية أو أكثر في منطقة المناولة مساوياً لتلك المستقبلة من موقع مفرد لا يقع في منطقة مناولة. من حيث المبدأ يجب أن لا تنخفض السعة الراديوية لهذه المنظومة إذا كان هناك تشغيل مناولة برمجيات مناسب.

3. إن تخصيص التردد لكل خلية في الـFDMA والـTDMA مهمة رئيسية دوماً بسبب إضافة مواقع خلايا من وقت لآخر لمعالجة طلب السعة (ازدياد عدد المشتركين). تستخدم

الخلايا الماكرو (macro cells) عادة عند إقلاع المنظومة. عند ازدياد عدد الخلايا ينخفض حجم الخلايا إلى مينـــي (mini cells) وإلى ميكرو (micro cells) بحيث تصبح منظومة ناضجة في المناطق السكنية. إن التخصيص الترددي بكل خلية متبدل دوماً ويغدو عملية غير مستقرة، وهو أمر ليس فقط جهد بشري ولكنه أيضاً صعوبة في الحصول على حل أنسب أو حتى حل مناسب في عملية تخصيص. لا تحتاج منظومة الـــ CDMA لتخصيص تردد لأن تردداً حاملاً واحداً مستخدم في جميع الخلايا، وبالتالي إن جهد تخصيص التردد لجميع الخلايا ملغى.

4. يمكن استخدام دورة فاعلية الكلام الإنسانـــي لمصلحة منظومة الـــCDMA. في الحامل الراديوي CDMA، هناك كثير من الأقنية الفعالة التـــي تتشارك بنفس الحامل. خمسون بالمائة من الزمن يتم فيه التحدث وخمسون بالمئة من الزمن استماع. إلى جانب ذلك إذا كان أحدهم يتحدث فإن هناك فترات يتوقف ضمنها. لهذا السبب فإن 60-65% من فترة تحدث مستخدم هي فترة بدون كلام. لا تولد فترة انقطاع الكلام هذه أي تداخل للمستخدمين الآخرين. بالنتيجة إن الحامل الراديوي CDMA الكلي قادر على زيادة السعة بمقدار (2.5-3) مرات/17/.

7.6 العصر المظلم للـــCDMA

تمت معايرة الـــCDMA كمعيار أمريكي شمالي رقمي آخر/18/. في ذلك الوقت، عاملت الصناعة الـــTDMA كمنظومة جيل ثانـــي والـــCDMA كمنظومة جيل ثالث. كتبت المواصفة (IS-95) عام 1991. كان معظم حق الملكية الفكرية في نفس العام بين يدي Qualcomm (IPR: Intellectual Property Right). كانت كل من شركة موتورولا وAT&T (سميت بعد ذلك Lucent عام 1995) وQualcomm تنتج البنية التحتية (Infrastructure) للـــCDMA. كانت Qualcomm وOKI تنتجان الوحدات المتنقلة والأجهزة المحمولة باليد. كانت موتورولا الشركة الأولى في نشر منظومتها الـــCDMA في هونغ كونغ في تشرين الثانـــي نوفمبر 1994، نشرتها في لوس آنجيلوس في كانون الثانـــي

يناير 1995. مع ذلك نشرت موتورولا منظومتها اعتماداً على الإصدار الأول للمواصفة (IS-95) والتــي لم تكن مواصفة ناضجة للاستخدام التجاري آنذاك. وفوق ذلك إن تحكم موتورولا للـBSC (CBSC: Control Base Station Controller) غدا عنق زجاجة في الشبكة عند الحركة الكثيفة، مما جعل من الصعب على المشغل زيادة عدد المشتركين مع المحافظة على الجودة الكلامية لكل قناة. وكنتيجة لذلك استطاع المشغلون فقط ترحيل المستخدمين المسرفين بالاتصال من المنظومة التماثلية إلى منظومة الـــCDMA لزيادة الاستخدام، لكنهم لم يستطيعوا زيادة السعة. كان عدد المشتركين عام 1995 صغيراً جداً. لم تكن لدى الباعة في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1995 المحرك والحافز لدفع نجاح الـــ CDMA. ربما تكون مسألة حق الملكية الفكرية (IPR) أحد الأسباب. كانت Qualcomm شركة صغيرة ورغماً من أنها حاذقة جداً تقنياً، لم يكن لديها خبرة التصنيع. كان مشغلوا المنظومة يرغبون في التعامل أكثر مع شركات إنتاج كبيرة لطلبات شراء كبيرة. بعد ذلك لم يكن لــ(Qualcomm) فرصة منافسة الباعة الرئيسيين (Major) ونشر تجهيزاتها أولاً في السوق. كان من الصعب على Qualcomm تحسين تجهيزات الـــCDMA دون الاعتماد على معطيات تشغيل حقيقية.

كانت OKI فعالة جداً في إيجاد حل إيقاف التعديل البينــي (IM: Intermodulation) في الجهاز المحمول باليد، انظر المقطع (5-27-2) مع Qualcomm في بداية عام 1995. كانت الأجهزة المحمولة قبل التجارية (Precommercial) لــOKI الـــCDMA مؤثرة جداً. مع ذلك، قررت OKI التوقف عن إنتاج أجهزة الـــCDMA المحمولة. فيما بعد شكلت شركة سونــي فريقاً مع Qualcomm لإنتاج أجهزة محمولة باليد تجارية. كان تقدم الـــCDMA بطيئاً جداً في عامي 1994 و1995. انتقدت المقالات ذات الصلة بالـــCDMA بالمجلات والصحف تقنيتها. أجرت مجموعة الـــGSM الأوروبية مقارنة غير عادلة. حتى أن جريدة Wall Street Journal نشرت مقالة سلبية عن الـــCDMA[19]. بكلام أدق تتطلب منظومة اتصالات حديثة ناجحة ثلاثة عوامل:

1. على التقانة أن تكون موثوقة ومميزة بين جميع التقانات الأخرى

2. أن تصمم تجهيزات الإنتاج جيداً
3. على منظومة الانتشار أن تكون مخططة جيداً ومحسنة بصورة مستمرة

إذا لم يعمل أحد العوامل الثلاثة السابقة بشكل جيد فإن الجمهور يلقي اللوم على التقانة، قائلاً بأنها ليست جيدة. في عام 1991 قدم Lee منظومة الــCDMA في الصين/20/. كانت الصين عام 1994 في مراحل صنع القرار حول انتقاء منظومة رقمية دولية. وضع نائب وزير البريد والتلفونات (MPT) (Gao–Feng Zhu) ثلاثة مبادئ دليلية لنشر اتصالات لاسلكية صينية.

1. متابعة نشر منظومة الــTACS التماثلية
2. إجراء اختبار محدود لمنظومة الــGSM
3. مراقبة انتشار الــCDMA عن قرب

كان Zhu ومساعدوه مهتمين جداً بالــCDMA وزاروا Qualcomm عام 1994 وعندما لم يتمكن Zhu من الحصول على معلومات حول معدل نمو المشتركين من لوس انجيلوس عام 1995 و لم يتمكن من التأكد بأن الــCDMA كان منظومة ناضجة، لم يستطع ومن خلفه في أواخر 1995 من الانتظار وقرروا نشر الــGSM في الصين. وبذلك خسرت الــCDMA سوق الصين. أنهت الــGSM اختراق سوق عظيم بصورة غير متوقعة في الصين. في نهاية عام 1997 كان يضاف مليون مشترك شهرياً في الصين.

خلال هذه الفترة من الزمن لم تتمكن الــCDMA من زيادة سرعة الانتشار وأنجزت تحسيناً بالمنظومة غير متوقع مقارنة مع إنجاز Qualcomm الأول عام 1989. في نفس الوقت، ازداد اختراق الــGSM عالمياً بعنف. نظر الجمهور لمنظومة الــCDMA بسلبية. كان هذا بالتأكيد العصر المظلم (1994 – 1996) للــCDMA.

6. 8 نموذج انتشار الــ(CDMA) الكوري

كان Lee مدعواً عام 1990 من قبل معهد الاتصالات الكوري، من خلال الدكتور Hen Suh Park الذي كان مديراً لــPactel في ذلك الوقت، لإعطاء ندوة حول الاتصالات

المتنقلة المتقدمة/21/. طلب بعد الندوة الرئيس الكوري لمعهد بحث الاتصالات الكوري (ETRI: Electronic Telecom Research Institute) (Sang H. Kyong) الدكتور [من كان مع مخابر بل ثم بعد ETRI أصبح وزيراً للـ MCC] من Lee تطوير تجهيزات اتصالات متنقلة متقدمة في كوريا. يحتاج تطوير منظومة اتصالات متقدمة لخمس مهارات:

1. إمكانية تطوير بدالة (مقسم)
2. إمكانية تطوير رقاقة (شب) (Chip)
3. إمكانية تطوير راديوي
4. إمكانية تطوير برمجيات (Software)
5. إمكانية تكامل المنظومة

كان لدى كوريا في ذلك الوقت مبادئ هذه المهارات الخمس. اقترح Lee من شركة Pactel وجهة نظر فنية بأن لا لمنظومة TDMA ولكن نعم لمنظومة الـ CDMA في كوريا وأمضى سبع ساعات في تقديم منظومة الـ CDMA. وافقت الحكومة الكورية على اقتراح Lee الفنـي وفاتحت Qualcomm. في تشرين الثانـي/نوفمبر من عام 1990 قدم أيضاً Lee من Pactel وAlan Salmasi من Qualcomm للحكومة الكورية ندوةً علميةً رسميةً عن منظومة الـ CDMA/22/. خلال نفس الرحلة وقع الـ ETRI الكوري اتفاقية لشراء النقل التقنـي (Technology Transfere) لرزمة (Package) الـ CDMA. نفذت ندوة أخرى لمدة ثلاثة أيام أوائل العام التالي/23/. أعلنت الحكومة الكورية أيضاً بأن الـ CDMA سيكون معيارها الوطنـي الوحيد للمنظومات الخليوية الرقمية وأن يكون إنتاج تصنيع منظومات الـ CDMA متوضعاً في كوريا.

خلال مرحلة تطوير الـ CDMA الخاص بكوريا، كان سوق الخليوي التماثلي ينمو في كوريا بسرعة كبيرة. وتضعف الجودة الكلامية بسبب وضعية الازدحام المتزايدة، وحصل المرخص لهم للخليوي الرقمي على تراخيصهم عام 1994. خلال عملية الترخيص الكوري طالبت كل من Pactel وSouth western Bell من الولايات المتحدة أن تكونا رائدتـي تقانة الـ CDMA. لإثبات أن Pactel أول من عمل بالـ CDMA كان عليها أن تعرض

رسالة من Erwin Jacobs لرئيس العمليات الدولية Jan Neels لدى Pactel، المستند (6E).
عند استلام تراخيصهم طلب المرخص لهم من الحكومة الكورية ما إذا كان بإمكانهم شراء منظومة الـــCDMA من الشركات الأمريكية دون انتظار الإنتاج الكوري، الذي لا يستطيعون حتى التنبؤ بالتاريخ الذي يصبح فيه تجارياً. رفضت الحكومة الكورية هذا الطلب.

خصصت التيليكوم الكورية (KT: Korean Telecomm) نطاقاً ترددياً للمنظومة الخليوية الرقمية في ذلك الوقت. أدركت KT بأن تطوير الـــCDMA لم يكن يسير بسلاسة وتلقت عرضاً من شركة اريكسون يتضمن إمكانية نشر تجهيزات الـــGSM في كوريا دون دفع مقدم. طلبت KT ذلك ولكنها لم تحصل على موافقة الحكومة. في كوريا مهندسون كانوا يعملون بمشقة كبيرة لدى (ETRI) بقيادة Dr. Seung – Taik Yang و Dr. Hong – Gu Bahk كما هو حال مهندسي صناعة الاتصالات مثل سامسونج وهونداي ولوكي كلودستار(LG: Lucky Glodstar) مع ذلك بقيت مهمة تطوير الـــCDMA صعبة للغاية.

انتشرت في كانون الثانـــي يناير من عام 1996 تجهيزات البنية التحتية لشركة محلية في سوق مُشغِلَيْن كوريين. في البداية بعد البدء بتشغيل منظومة الـــCDMA كانت الجودة الكلامية غير مقبولة بشكل كبير وكان معدل سقوط المكالمة (dropped call rate) عالياً لكن أداء المنظومة تحسن بحلول نيسان أبريل 1996 أي بعد ثلاثة أشهر. قرر المشغلون التوجه تجارياً. عمل المشغلون ومهندسو الباعة معاً، راجعوا معطيات الميدان نهاية كل يوم، وعدلوا المنظومة، وبدلوا معلمات المنظومة أو الخوارزميات خلال الليل واختبروا المنظومة باليوم التالي. توال عدد المشتركين بالازدياد علاوة على تحسن أداء المنظومة. في تشرين الثانـــي نوفمبر 1996 تجاوزت المنظومة الكورية (CDMA) المليون مشتركاً. لم تعد الـــCDMA بعد ذلك لعبة. أثبت الكوريون بأن منظومة الـــ CDMA كانت منظومة خليوية عالية السعة. أصبحت كوريا والتـــي لم تكن تملك أي خبرة سابقة أو خلفية في منظومات الاتصالات المتنقلة، وفي خلال وقت قصير لاعباً رئيسياً في صناعة إنتاج منظومة عالمية متقدمة. يجب أن نتعلم من تحريكها وحكمتها.

Qualcomm

المتحدة

31 كانون الثانـــي 1994

السيد Jan Neels

رئيس و CEO

Pacific Telesis International
2999 Oak Road, MS 1050
Walnut Creek, Ca 94596

عزيزي Jan:

هذه الرسالة المختصرة للتعبير عن تقديري للعهد الطويل الأجل والقيادة التـــي أمدت بها شركة (Pactel Corporation) في تقدم الـــ (CDMA من فكرة ذكية إلى حقيقة فعالة.

منذ بداية عام 1989 دعمت (Pactel) عملنا حول الـــ(CDMA) في تنوع واسع لطرق هامة. كونكم أول مشغل عملت Qualcomm معه، فزودتنا Pactel بترخيص FCC التجريبـــي وبمواقع الخلايا والتسهيلات البدالية S witching، والتمويل لبناء عرض المنظومة (CDMA). دعمت Pactel أول عرض ميداني أبداً مع مجموعة مهندسيها وفنييها في سان دييغو وأكثر من (250) مشتركاً انجذبوا من أنحاء العالم في تشرين الثانـــي نوفمبر 1989

خلال هذه المراحل المبكرة عمل معنا نائب رئيسكم والعالم الرئيسي الدكتور William C.Y. Lee للمساعدة في ترجمة نتائج بحثنا وتطويرنا إلى مواءمة هوائية (CAI) مشتركة قابلة للعمل ودقيقة فنياً. أعطتنا (Pactel) في ذلك الوقت ليس فقط دعماً فنياً بالموقع ولكن أيضاً فائدة خبرة سنواتها كمشغل خليوي لتطبيق تقانة الخليوي بفعالية على الشبكات الخليوية الأرضية.

في أوائل عام 1990 شجعتنا (Pactel) لتوسيع دعم صناعة الخليوي لأجل تقانة الـــ(CDMA) وفي الربع الثالث وقعت كل من Motorola, NYNEX, Ameritech، منظومات شبكة AT&T اتفاقيات ترخيص وتمويل معنا.

في عام 1991 وعام 1992 تابعت (Qualcomm) و (Pactel) من أجل اختبار ميدانـــي مشترك لأول مرة لشبكة الـــ(CDMA) باستخدام تقانتنا تحت ظروف تشغيلية حقيقية في منظومة (San Diego) الخليوية التجارية لـــ (Pactel). ساعدت نتائج هذه التجارب المشار إليها بـــ CAP1
و CAP11 في تهذيب إضافي للتقانة وسمحت لنا بالحصول على تغذية خلفية سريعة في دورة التطوير، وبالنهاية إنتاج معيار مواءمة هوائية مشتركة (CIA) مثبتة ميدانياً.

المستند (6E): رسالة الدكتور (Irwin M. Jacobs) إلى السيد Jan Neels (صفحة 1)

31 كانون الثانـــي يناير 1994
السيد Jan Neels
الصفحة 2

دولياً نحن قدرنا بشكل خاص دعم الدكتور (Hen Suh Park) مدير ممثل Pacific Telesis Korea من قدمنا للـــETRI الكوري والمصنعين الرئيسين في عام 1991. أتاح ذلك للصناعة الكورية أن تتولى قيادة تطوير وتصنيع البنية التحتية للـــ(CDMA) عبر العالم.

بنفس الوقت كانت (Pactel) تعمل في ظروف الصناعة والقواعد (Regulatory) للحصول ترخيص FCC التجريبـــي المطلوب لاختبار هذه التقنية الجديدة وفيما بعد كرأس حربة بإعداد مسودة وقبول الصناعة لمعيار الـــ(CDMA). نحن مقدرون بشكل خاص لقيادة (Pactel) وجهود الدعم ضمن اتحاد صناعة الاتصالات الخليوية. شكراً على التمهيد للطيف المنشور عريض النطاق الذي قادته (Pactel). في كانون الثانـــي (يناير) 1992، وعلى إدارة المنتديات المفتتحة حول الحاجة لمعيار خليوي رقمي عريض النطاق وعلى دعم لاعبـــي الصناعة مما أدى للتصويت الإيجابـــي من قبل الـــ(CTIA) في حزيران (يونيو) 1992، محركة الـــ(CDMA) في عملية المعايير. أمدت جهود (Pactel) النشيطة في اتحاد صناعة الاتصالات (TIA) إلى التطور السريع والاتفاق حول معيار الـــ (CDMA) (IS-95)، المطبوع في خلال 13 شهراً فقط.

في حكمنا، لقد أمدت (Pactel) فعالية أكبر في صنع الـــ (CDMA) حقيقة تجارية أكثر من أي حامل آخر في صناعة الخليوي.

حالياً نحن نعمل فريقاً حول تقييم الجودة الصوتية للـــ(CDMA) عبر اختبار مكثف على منظومة (San Diego) وقد أظهرنا بعض النتائج التـــي أعتقد بأنها ستكون الأكثر اهتماماً. (أرفقت نسخة من إصدار جريدتنا حول الاختبار). نحن متشجعون بشكل كبير بنتائج هذه الاختبارات والتـــي تدل أن تسعين بالمئة من مستخدمي الخليوي الحاليين المشاركين بالاختبار وجدوا أن خدمة الـــ(CDMA) أفضل أو تساوي خدمتهم التماثلية القائمة.

نتطـــلع إلى تمهيد الطريق نحو تقانة تطبيقات (CDMA) حديثة للأعمال اللاسلكية مع (Pactel) في المستقبل. الرجاء اطلبونا براحتكم إذا توجب علينا مزيداً من المساعدة...ودمتم.

دكتور Irwin M Jacobs
ضابط تنفيذي رئيسي
رئيس المجلس

المستند 6E رسالة الدكتور Irwin M. Jacobs إلى السيد Jan Neels (صفحة 2)

9.6 لخترعت Qualcomm الـــCDMA وكوريا أنقذت الـــCDMA

تجاوزت السوق الكورية مع نهاية عام 1996 (1.3) مليوناً. وبالرغم من أن ليس للبلد خلفية تجهيزات اتصالات لاسلكية، لكنها أخذت تقانة Qualcomm. آمنت بها، وطورت المنظومة بنفسها. وجدت كوريا طرقاً كثيرة مبتكرة لحل مسائل عملية في المنظومات الخليوية، إن منظومة جديدة قادرة على العمل اليوم قد لا تكون قادرة على العمل غداً بسبب ازدياد عدد المستخدمين فيها. لهذا فإن تحسين المنظومة عملية ديناميكية. كما ذكر في المقطع (7.6)، العامل الثالث للمنظومة كي تكون ناجحة هو أن يكون نشرها مخططاً جيداً ويجري تحسينها باستمرار. اجتاز الكوريون هذه المرحلة وعليهم أن يفخروا بما أنجزوه.

عندما ذهب كلا من Lee من Pactel وAlan Salmasi من Qualcomm إلى كوريا عام 1991. عرفا بأن الـــCDMA كانت تقانة متقدمة وممتازة. لكنها كانت أيضاً تقانة مجازفة لكوريا. كانت الشركات الأمريكية آنذاك بادئة قبلاً بتطوير منظومة الـــCDMA. لقد أملوا بأن كوريا كانت سوف تتعلم في المستقبل من تطور الولايات المتحدة في الـــ CDMA. عندما مرت منظومة الـــCDMA عبر حقبتها المظلمة، لم تستطع أي شركة أمريكية إيجاد طريقة لكسر هذه الوضعية غير السارة. كذلك لم تبذل الشركات الأمريكية جهداً كما ينبغي عليها. كان مهندسو الباعة (vendors) من عملوا في منطقة نشر الـــ CDMA يتركون عملهم في الساعة الخامسة بعد الظهر كل يوم تاركين مهندسي التشغيل للتجريب وحل المشاكل بأنفسهم. صدم العالم نجاح كوريا في الـــCDMA في نهاية عام 1996. لم يعد أحد يشك بتقانة الـــCDMA بعد ذلك. في ذلك الوقت اكتسبت الشركات الأمريكية الثقة لمتابعة تطوير الـــCDMA. أصبح الـــCDMA تقانة عظيمة. أثناء ذلك بدأت شركتان من خارج مناطق الـــCDMA، هما: اريكسون و(DoCoMo) تناديان بتطوير الجيل الثالث (3G) لمنظومة رقمية لاسلكية. كان هذا في عام 1997 ولم يكن أي مشغل منظومة يبحث عن الـــ(3G) في تلك السنة. كان المشغلون يدرسون فقط التقانات الحديثة لزيادة سعة المنظومات القائمة. حرك نجاح الـــCDMA باعة الـــTDMA أو الـــGSM كي ينشدوا بسرعة حلاً أفضل لمنظوماتهم.

إلى جانب ذلك نما نقل المعطيات عالية السرعة في المنظومات السلكية بسرعة بسبب

خدمة الانترنيت الشائعة. سيكون للجيل الثالث اللاسلكي المستقبلي سببٌ كبير لدعم نقل المعطيات عالية السرعة في عالم الاتصالات اللاسلكية. كانت كل فعالية جديدة بعد ذلك من أجل تطوير الـــ(3G) بشكل أو بآخر محفزة من النجاح الكوري في تطوير الـــCDMA نحو منظومة ناضجة عالية السعة.

10.6 اختيار منظومات الــCDMA للجيل الثالث (3G)

بعد أن نشأت الـــCDMA عام 1990. تقابل Jan Udenfelt من اريكسون مع Qualcomm، لكن لم يتخذ إجراء بعد ذلك. قررت اريكسون بعد ذلك الذهاب بالسرعة الكاملة في متابعة أسواق الـــGSM. لو أن نشوء الــCDMA اكتمل قبل سنتين فمن المحتمل أن يكون قرار اريكسون انعكس بشكل مختلف ورغماً من أن اريكسون ونوكيا وباعة أوروبيون آخرون جعلوا منظومة الـــGSM تخترق أسواق العالم. (كان للـــ GSM سبعين بالمئة من السوق العالمية حتى عام 1997). لكن Jan Udenfelt دعا Lee في عام 1994 لزيارة فعاليات البحث في قسمه لدى اريكسون. درست اريكسون بهدوء تقانة الـــCDMA بأنفسها لكنها لم تذكر ذلك علناً. كان اعتقاد باعة الـــGSM نقداً للـــCDMA وإرباكاً لمجموعة توظيف الولايات المتحدة. في الحقيقة منذ عام 1995 إلى عام 1996 كان أداء منظومة الـــCDMA ضعيفاً جداً بحيث لم يكن باستطاعة أي فرد أن يدافع عنه بأية حال.

إن الـــETSI في المجموعات الأوروبية متعاطية دوماً منذ نشوء الـــCDMA في الولايات المتحدة مع دراسة منظومة الجيل التالي. إحدى المنظمات كانت مجموعة منظومة الهاتف النقال العام. (UMTS: Universal Mobile Telephone System). وكما ذكر في المقطع (11.4) كان هناك خمسة مجموعات دراسة: (ODMA, OFDM, CDMA, TDMA/async, TDMA/sync). درست كل مجموعة تقانتها باستقلال. كان النقاش والمناظرة فيما بينهم. بينت منظومة الـــCDMA الكورية تفوقها كسعة وساعدت دراستهم. في يناير عام 1999 اختارت UMTS الـــCDMA لمنظومة الجيل الثالث. وذهبت مع منظومة الـــcdma 2000 المقترحة من قبل الولايات المتحدة. أصبح الآن المعيار العالمي هو الـــCDMA. ولكن كما هو مبين في الشكل (3.4) هناك ثلاثة عشر نمطاً من الـــCDMA لثمانية هيئة معيار عالمية. لهذا

السبب كان على الثلاثة عشر معياراً أن تختصر إلى ثلاثة كما نوقش في المقطع (11.4). إن المراجعة العامة للتقانة الراديوية للـCDMA للأنماط الثلاثة مغطاة بالمقطع (12.4).

11.6 مسألة طيف الجيل الثالث العالمي

غدا طيف الجيل الثالث (3G) العالمي قضية. في عام 1992 خصص الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) الطيف التالي للأنظمة المتنقلة الأرضية:

1885 – 2025 (140 ميغاهرتز) لإرسال المحطة المتنقلة

2110 – 2200 (90 ميغاهرتز) لإرسال محطة القاعدة

كما خصص الطيف التالي لأنظمة السواتل المتنقلة:

1980 – 2010 (30 ميغاهرتز)

2170 – 2200 (30 ميغاهرتز)

التخصيص الترددي مبين في الشكل رقم (3.6). خصص الطيف أيضاً للأقاليم العالمية المختلفة.

أجرت FCC بالولايات المتحدة عام 1996 مزاداً لنطاقي الـ PCS القائمة بالنطاقين التاليين:

(1850 – 1920) ميغاهرتز (70 ميغاهرتز) لإرسال المحطة المتنقلة

(1920 – 1990) ميغاهرتز (70 ميغاهرتز) لإرسال محطة القاعدة

وكما هو مبين في الشكل رقم (3.6) يقع إرسال محطة القاعدة للـPCS بالولايات المتحدة في نطاق إرسال المحطة المتنقلة للـIMT-2000. يعني هذا بأنه حتى ولو كان نطاقا الـ(PCS, IMT-2000) متراكبين، لا يمكن لنطاق الـPCS أن يستخدم من أجل منظومات الـIMT-2000. سوف يتداخل مرسل المحطة المتنقلة IMT-2000 مع مستقبل الـPCS المتنقل. لهذا فإن مجموعات معيار الـ3G تقترح نطاقات جديدة. إن الجيل الثالث 3G مهتم باستخدام النطاقات الترددية (2500-2580) ميغاهرتز وكذلك (2610-2690) ميغاهرتز كنطاقات توسع عالمية محتملة. إلا أن هذه الترددات قد خصصت في الولايات المتحدة

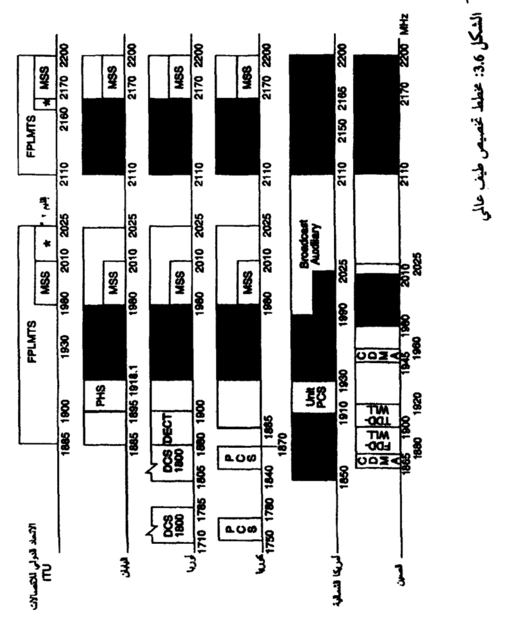
لخدمات التوزيع المتعددة النقاط السكانية (الحضرية)، (MMDS: Metropolitan Multipoint Distribution Services) وهي بشكل رئيسي لخدمات الـــWLL. (انظر المقطع 16.7). لهذا اقترحت الاتفاقية الصادرة عن مجموعة تآلف المشغلين (OHG: Operator Harmonization Group) على الاتحاد الدولي للاتصالات ITU أن يجد نطاقاً ترددياً للجيل الثالث يقل عن 3 غيغاهرتز. إذ يحتاج الأمر نطاقاً عالمياً مشتركاً بحيث يمكن استخدامه للتجوال العالمي.

12.6 حامل واحد مقابل حامل متعدد

ماهو عرض النطاق الذي يحتاجه الحامل الراديوي للـــCDMA؟ سؤالاً آخر تتوجب الإجابة عليه. في البداية اقترحت بعض العروض (10)،أو (20) ميغاهرتز/24/، لكن معظم العروض اقترحت بأن التقانة كانت جاهزة لنطاق عريض يفوق (5) ميغاهرتز. أيضاً كان من المحتمل أن لا يكون الوسط الراديوي ملائماً لعرض نطاق يفوق/5/ ميغاهرتز. لكن لم يكن هناك برهان لذلك. إلى جانب ذلك كان تخصيص أقنية بعرض نطاق (10) ميغاهرتز لطيف الـــIMT-2000 العالمية أصعب من تخصيص أقنية بعرض نطاق (5) ميغاهرتز بنفس الطيف. على كل حال كان قد تقرر عرض النطاق (5) ميغاهرتز بسهولة دون أي تبرير نظري.

إن للـــWCDM، أو كما يدعى أيضاً:-(FDD-DS: Frequency Division Duplexing Direct Sequence) مزاوجة تقسيم تردد – تتابع مباشر. المطور بأوروبا، منظومة حامل مفرد بـــ(5) ميغاهرتز لكن للـــcdma 2000 ويدعى Frequency Division Duplexing-Multi (FDD-MC: Carrier) مزاوجة تقسيم تردد – حامل متعدد نموذجانcdma 2000 1x (1.25 ميغاهرتز) و cdma 2000 3x (5 ميغاهرتز). إن للـــcdma 2000 مرونة استخدام للطيف من وجهة نظر استخدامه اعتماداً على متطلبات الحركة. سوف يكون الـــcdma 2000 1x كافياً للتعامل مع الحركة في بعض الأحيان، عندها إن على الطيف 1.25 ميغاهرتز أن يستخدم ولا حاجة لتبديد نطاق (5) ميغاهرتز إذا كان طيف الـــ(1.25 ميغاهرتز) كافياً. في عام 1999 تمت معايرة النموذج الصينـــي للنمط TDD ضيق النطاق. يمكن تقسيم حامل الـــ5 ميغاهرتز TDD إلى ثلاثة حوامل ضيقة النطاق، كل منها (1.6) ميغاهرتز. إن معدل سرعة الشبة

للحامل ضيق النطاق هو 1.288 Mcps و المساوي لثلث معدل الشبة (chip) المعياري 3.84 Mcps في حامل الـ(5) ميغاهرتز. يمكن في هذه الحالة اختيار نسختين من نموذج TDD لمتطلبات حركة مختلفة. لهذا فإن الـTDD هو أيضاً منظومة حامل متعدد أيضاً. وعليه يبدو بأن لمواصفة الحامل المتعدد أهلية وجدارة لاستخدامها في الجيل الثالث من أجل مرونة كبيرة في استخدام الطيف.



الشكل 3.6: مخطط تخصيص طيف عالمي

13.6 مراجع

1. W. C. Y. Lee, "Over view of CDMA system," IEEE transactions on Vehicular . Technology, Vol. 40. May 1991, pp. 303-312.
2. W. C. Y. Lee, "Mobile Cellular Telecommunication," 2nd ed. McGraw-Hill Co. N.Y. 1995, p.-575.
3. W. C. Y. Lee, "Covert Communication System," US Patent Office, Patent No. 4,607,375, Aug. 19, 1986.
4. W. C. Y. Lee, "Digital Hopped Frequency, Time Diversity System," US Patent Office, Patent No. 4,616,364, Oct. 7, 1986
5. W. C. Y. Lee, "The Third Generation of Cellular System-CDMA," sponsored by IEEE West Coast Section/ Pacific Bell, Pacific Bell Auditorium, San Ramon, Calif., March 1, 1990.
6. W. C. Y. Lee, "Radio Access Technology CDMA/Spread Spectrum," sponsored by IEEE New Jersey Section and Rutgers University, Piscataway, N.J., April 25, 1990.
7. W. C. Y. Lee, "Implications of CDMA for Cellular System Operations," *Globecom '90, Workshop 2*, December 2, 1990, Sheraton Hotel, San Diego, Calif.
8. W. C. Y. Lee, "Overview of Cellular CDMA," *1990 IEEE Globecom Conference*, December 2, 1990, San Diego, Calif.
9. K. Gelhousen, I. Jacobs.R. Padovani, A. Veterbi, Le Weaver, C. Wheatly, "On the capacity of a Cellular.CDMA System, IEEE Transactions on Vehicular Technology," Vol.40, May 1991, pp. 303-312.
10. R. Pickholtz, L. Milstein, D. Schilling, "Spread Spectrum for Mobile Communication, IEEE, Transactions on Vehicular Technology," Vol.40, May 1991, pp. 313-322.
11. W. C. Y. Lee, "Power Control in CDMA," *IEEE VTS'91* Conference.
12. W. C. Y. Lee, "Cellular CDMA," 1991 *IEEE International Solid-State Circuits Conference*, February 14, 1991, San Francisco.
13. W. C. Y. Lee, "Getting Down to the Nitty-Gritty of CDMA," Telephone Engineer & Management, vol. 95, no. 9, May 1, 1991, pp. 72-79.

14. W. C. Y. Lee, " CDMA-AN Alternative Approach to Digital Cellular," *International Mobile Communications 1991 Proceedings of the Conference*, London, June , 1991.
15. W. C. Y. Lee, "Application of the CDMA to Personal Communications Systems," *Fifth Annual Communications Update, Vehicular Technology Society Seminar*, New York, June 28, 1991.
16. W. C. Y. Lee, " CDMA Today," *RNT Magazine*, San Paolo, Brazil, July 1992.
17. W. C. Y. Lee, " A Description of Voice Activity Cycle and the Advantage of Using CDMA," Qualcomm flier/Pactel Demo, November 3,1989.
18. TIA TR45.5, assigned the CDMA specification as IS95, IS97, IS98, in 1993. TIA/EIA/IS-95, "Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wide-Band Spread Spectrum Cellular System," Telecommunication Industry Association (TIA), July 1993; TIA/EIA/IS-97 Base Station Minimum Performance Spec., TIA, 1993; TIA/EIA/IS-98, Mobile Station Minimum Performance Spec., TIA, 1993.
19. Wall Street Journal "Jacob's Patter: An Inventor's Promise Has Companies Taking Big Cellular Gamble," by Q.Hardy, September 6, 1996.
20. W. C. Y. Lee, " What is CDMA" a 3 day seminar held at Designing Institute, MPT, Zheng – Zhou, Henan, China, June 3, 1992.
21. W. C. Y. Lee, " Advanced Mobile Communications," Korean seminar held at Han Yang University, Seoul, Korea, August 6-8,1990.
22. W. C. Y. Lee and Alan Salmssi, "Digital Cellular," held at Electronics and Telecommunications Research Institute, Daejeon, Korea, Nov. 29, 1990.
23. W. C. Y. Lee, "Mobile Cellular Telecommunications Systems," Korean seminar, Seoul, Korea, April 1-3, 1991.
24. U.S. WIMS "A Broadband CDMA" a proposal submitted to ITU, Geneva, Switzerland as a 3G system candidate in 1998.

الفصل السابع

ماهو مستقبلنا

1.7 إيجاد موطن (مأوى) للعبقري

للعباقرة سمات فريدة. فهم مفكرون سريعون، وعندما ينهمك أحدهم في محادثة عن مجال خبرتهم يميلوا لأن يكونوا غير صبورين بشرح أفكارهم وغالباً ما يجدوا صعوبة بالتعبير عن أفكارهم، وبالتالي لا يفهم الناس ما يحاول العبقري أن ينقله. يبدو بدلاً عن ذلك كما لو أن العبقري يجول بحديث غير مفهوم تماماً حول فكرة واحدة ثم ينتقل إلى موضوع آخر قبل إتمام شرح فكرته الأولى كلياً، والنتيجة لخبطة من أفكار ومفاهيم غير مترابطة. لقد أسيء فهم العبقري كلياً، وأحياناً إنه مخطئ كونه مشتت الذهن وغريب الأطوار وبالإمكان معاملته كمعاق إذا لم يتم تمييز موهبته.

ترهق أوراق بحث العباقرة معظم قرائها المهندسين بسبب رموزها وتعابيرها الموغلة جداً باللاتقليدية والتـــي من الصعب فك هذه البعثرة. لا يجد أساتذة الجامعات المعتبرة صعوبة في تمييز العباقرة في صفوفهم، وعندما يُكتشَف أحدهم فإن العبقري قادر على الأداء جيداً في محيط أكاديمي. يواجه العباقرة بعد تخرجهم الواقع القاسي، فكونهم أذكياء لا توفر لهم ذلك إمكانية فتح الأبواب في عالم الأعمال.

لا تستطيع الشركات توفير ظروف العمل المريحة للعبقري. يحتاج العبقري مكاناً مريحاً ليؤدي بحثاً ويستحدث اختراعات. المخترعون ليسوا كباقي الموظفين، فهم يحبون العمل بمفردهم. ليس من غير المعروف عن ذوي العقول المميزة إستغراقهم زهاء سنتين في تحويل فكرة إلى شيء ملموس. هل تتحمل أي من الشركات اليوم الاحتفاظ بهؤلاء الناس لمثل هذه الفترة الطويلة؟ قد يخرج العبقري بعد نهاية هاتين السنتين من مكتبه (أو مكتبها) بكدسة أوراق بحجم رواية كاملة مع المخططات والأشكال والمعادلات وكتابات أخرى. إن التحدي هو في إيجاد القادر على فهم مستجدات البحث هذا. إن وجود رئيس بحث يتمتع بإمكانية المشاركة ضروري لفهم المادة بشكل كاف، وإلا فلن يُميَّز عمل العبقري الثمين.

كانت مخابر بل ملاذاً للعبقري في الأيام القديمة لـــMa Bell. استلمت بل خلال ذلك الوقت واحد بالمائة من الدخل العام لـــAT&T لأجل تكاليف أبحاثها. كان الواحد بالمائة في عام (1960) يكافئ حوالي مليون دولار إعفاءاً ضريبياً لكل يوم. أعطت مخابر بل في أوجها (أيام عزها) جواً ممتازاً للعباقرة كان داعماً. تحققت اختراعات ونظريات كثيرة في ذلك

الوقت ولكن حين جُرِدَت AT&T أرادت بعض الشركات تكريس الوقت والقدرة والميزانية للبحث فقط. إذا كانت الصناعة لا تستطيع جعل البحث والاختراعات كأولويات، فإن على الحكومة أن تأخذ ذلك على مسؤوليتها وتوفر الموطن لهذه المصادر النفيسة جداً – وهو العبقري في العلم والهندسة.

2.7 الجيل العالمي الثالث (G3G) وتآلفه

إن الفرق بين جيلي اتصالات لاسلكية هو في بنيتهما الراديوية. إن بالإمكان تشغيل جيلين أو ثلاثة أجيال بنفس الوقت. إن استخدام نقل المعطيات البطيء والسريع للتمييز بين جيلين غير ملائم البتة. الجيل الأول هو المنظومات التماثلية التـــي تستخدم الـــFDMA، الجيل الثانـــي هو الـــGSM والـــNATDMA والـــPDC ويستخدم الـــTDMA. الجيل الثالث هو cdma One ويستخدم الـــCDMA. تسمي بعض المجموعات الـــcdma One بمنظومة (2.5G) وهذا غير عادل إذ أنه يختلف كلياً عن الـــ(2G).

اقتُرِح الجيل العالمي الثالث (G3G) لأول مرة من قبل شركتـــي DoCoMo وEricsson كمنظومة معيار ثالث عالمي. هناك فوائد كبيرة للزبائن والمشغلين والمصنعين من المعيار G3G المتآلف (harmonized):

1. يوفر مسار النمو الأفضل (مشابه للانترنيت) لصناعة الاتصالات المتنقلة
2. يجعل الاستثمار في الأجهزة والتطبيقات أعظم ما يمكن
3. يجعل مخاطرة الاستثمار في منظومات الجيل الثالث (3G) أقل ما يمكن
4. أقل كلفة معتبرة للأجهزة والخدمات
5. أكثر ثقة للمستهلك بالإنتاج (المنتجات)
6. أفضل عمل لقطاع التطوير بالاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)
7. أسهل تكاملية مع الجزء الساتلي (IMT 2000)

إن المتطلبات المتفق عليها للجيل الثالث العالمي (G3G) هي كما يلي:

1. تجوال عالمي (roaming)
2. تطبيق لا كلامي (معطيات عالية السرعة)

3. معيار واحد ومعايير مواءمة مفتوحة
4. نطاق ترددي من (5×2) ميغاهرتز لطيف غير منسق (uncoordinated)
5. انسجام خلفي (Backward compatibility)
6. كلفة تشغيل قليلة لكي يكون تجارياً.

اعتماداً على ما تم التعلم من الـــcdma One فقد تبنـــى الجيل الثالث العالمي منظومة الـــ CDMA عالمياً (أنظر المقطع 10.6).

أحيلت ثلاث عشرة منظومة مقترحة إلى الاتحاد الدولي للاتصالات (أنظر الشكل 3.4). كان من الصعب عالمياً تلاقي (converge) ثلاث عشرة منظومة مقدمة في منظومة واحدة، لهذا بدأ تآلف الجيل الثالث العالمي. إن تحديات التآلف Harmonization هي:

1. *نقاط بدء مختلفة*. مثلاً بدأ انتشار الـــGSM في عام 1992، بدأ انتشار (PDC: Personal Digital Cellular) الخليوي الرقمي الشخصي عام 1993 وبدأ انتشار الـــcdmaOne عام 1995.
2. *تنافس الباعة*. سوف تستمر المنافسة فيما بينها
3. كبرياء وسياسة كل إقليم في العالم
4. الافتقار إلى قواعد منسجمة في كل بلد
5. معظم المشغلين صامتون
6. الافتقار إلى التركيز على فوائد (منافع) الزبون/الصناعة
7. ظروف تنافسية الجيل الثانـــي
8. الملكية الفكرية

تتضاعف هذه التحديات بالافتقار إلى الفهم الفعال والاتصالات. ستكون منظومات الخليوي الرئيسية الحالية هي*:

---

* 1. (PDC: Personal Digital Cellular خليوي رقمي شخصي). MC: Multi Carrier
2. (GPRS: General Packet Radio System منظومة رزم راديوية عامة)
3. (EDGE: Electronic Data Gathering Equipment تجهيزات جمع معطيات إلكترونية)
4. (CDMA: Code Division Multiple Access تقسيم رمز متعدد النفاذ)

PDC → CDMA

GSM → GPRS → EDGE → CDMA

IS - 136 → EDGE → CDMA

CdmaOne → 1xRTT → CDMA

تم تآلف الجزء الراديوي للــG3G إلى ثلاثة أنماط تم الاتفاق عليها من قبل جمهور الــ G3G. شرح جهد التآلف في المقطع (11.4). نمطان في طيف مزاوجة التردد ونمط واحد في طيف التردد غير المزدوج.

1. طيف مزاوجة التردد المستخدم من أجل المنظومة FDD (FDD: Frequency Division Duplexing):

آ- DS: تــتابع مباشر في نطاق الــ(5) ميغاهرتز، حامل واحد في نطاق الــ(5) ميغاهرتز

ب- MC: تتابع مباشر في كلا طيف نطاق ترددي (1.23) و(5) ميغاهرتز

2. *طيف التردد غير المزدوج المستخدم بمنظومة الــTDD*: منظومة مزاوجة بتقسيم زمنــي مستخدمة في نطاق طيف غير مزدوج (unpaired) والذي يفيد في نقل حركة غير متناظرة. يمكن لمعدل نقل الوصلة الأمامية أن يكون عالياً ويمكن لمعدل نقل الوصلة الخلفية أن يكون منخفضاً. إن لاستخدام الــ TDD قيوده، فعلى حجم الخلية أن يكون أصغر وعلى سرعة المحطات المتنقلة أن تكون أقل. سيتم التوصل مستقبلاً إلى تقانة ذات تطور هام بحيث يمكن استخدام الــTDD لأجل منطقة كبيرة ومنظومة قابلية تنقل عالية High Mobility لتتنافس مع منظومات الــFDD.

يبين الشكل رقم (1.7) رؤية المعيار العالمي لثلاثة أنماط. الطبقة الفيزيائية (الطبقة 1) هي النفاذ الراديوي كما هو اليوم. يمكن لطبقة تحكم نفاذ الوسط (الطبقة 2) أن تكون معتمدةً

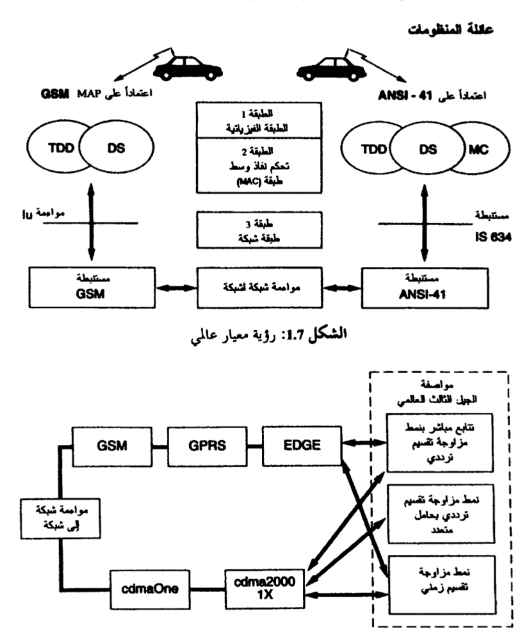
---

5. (RTT: Radio Transmission Technology تقنية إرسال راديوي)

6. FDD: Frequency Division Duplexing مزاوجة تقسيم تردد

7. TDD: Time Division Duplexing مزاوجة تقسيم زمن

على بروتوكول نفاذ وسط الـ (GSM MAP: GSM Media Access Protocol) أو معيار بروتوكول (ANSI-41). يمكن تنفيذ كلا طبقتـــي التحكم في أي من الأنماط الثلاثة للجيل الثالث العالمي (G3G). وقابله للوصل عبر مواءمة شبكة لشبكة (NNI: Network to Network Interface) في طبقة الشبكة (الطبقة 3).



الشكل 1.7: رؤية معيار عالمي

الشكل 2.7: تآلف (harmonization) الجيل الثالث

يستمر تآلف الجيل الثالث لمنظومتـــي الـــ(GSM) والــ cdma One عبر المسار المبين في الشكل (2.7).

خلال مؤتمر لندن للجيل الثالث العالمي أواخر 1998، شعر المشغلون بأنه سيكون للجيل الثالث تأثير عظيم على الزبائن والمشغلين. بعد ذلك شُكلت مجموعة تآلف المشغل (OHG: Operator Harmonization Group) كتنظيم خاص لهذا الموضوع (ad hoc) وأقيمت عدة مؤتمرات مشغلين دولية (أنظر المقطع 11.4). كانت معالجة التآلف في كل اجتماع كما يلي:

1.2.7 اجتماع بكين

كانت نتائج ورشة عمل مجموعة تآلف مشغلي الجيل العالمي الثالث في اجتماع بكين كما يلي:

1. إطار عمل تآلف (Harmonization)، فقد تم الاتفاق على الأنماط الثلاثة TDD, MC, DS من قبل المشغلين الدوليين.
2. أرسلت رسالة مفتوحة عن حق الملكية الفكرية (IPR) إلى الاتحاد الدولي للاتصالات ITU وإلى مجموعة العمل TG 8/1 وإلى مكتب الاتصالات الراديوي (اللاسلكي) (Radio Communication Bureau).
3. أن تكون (المَعْلمات parameters) الفنية مشروطة بحل المسائل التالية:
   آ- معدلات الشبة (chip rate) أي التقطيع بين نمطي الـــFDD
   ب- بنية الدليل pilot structure
   ج- النمط المتزامن/غير المتزامن.

2.2.7 اجتماع لندن

يبين الشكل رقم (4.4) نتائج ورشة عمل بمجموعة تآلف مشغلي الجيل العالمي الثالث في لندن. يبين العمود في المنتصف الاتفاق المؤقت بين المشغلين. يحتاج طيف النطاق المتعدد للجيل الثالث العالمي أن يؤخذ بالاعتبار كما هو مبين في الجدول التالي:

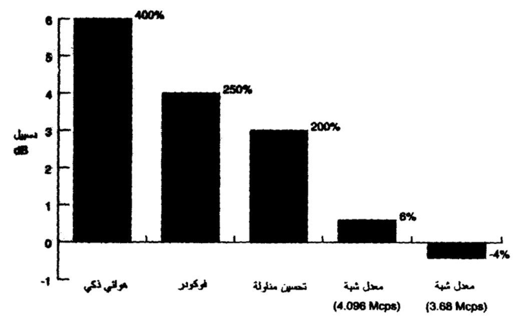
الطيف ميغاهرتز	عرض نطاق الطيف	ميغاهرتز	خدمة ضمن النطاق in-band serves	هجرة محتملة
800	50	المجموع الفرعي	AMPS, NAMPS, CDMA, TDMA	3G
900	50	100	GSM	3G
1500	48	148	PDC	3G
1700	60	208	الـPCS الكوري	3G
1800	150	358	*DCS-1800	3G
1900	120	478	PCS	3G
2100	35+60×2		الـ3G المستقبلي	3G
المجموع	633			

* GSM بالنطاق 1800 ميغاهرتز

النطاق القائم حالياً (478) ميغاهرتز ويساوي حوالي 76% من النطاق الكلي المتوفر. لهذا فإن استخدام طيف النطاقات القائمة للجيل الثالث أمر أساسي.

إن معدل الشِبة (chip rate) تعبير مستخدم في الـ(CDMA) لتمييزه عن معدل البت. إن معدل البت في الـ(cdma One) لقناة حركة مساوٍ لـ (9.6) كيلوبت/ثانية. ومعدل الشبة مساوٍ لـ(1.2288) ميغا شبة/ثا (Mcps). يمكن القول بأن البت الواحدة نشرت إلى (128) شبة (رقاقة) Chip. إن مسألة معدل الشبة في الجيل العالمي الثالث مسألة رمزية وليس لها علاقة بحق الملكية الفكرية. بإمكاننا توضيح التأثير المهمل لمعدلات الشبة المختلفة المعتمدة على (3.84) ميغا شبة/ثا مقارنة مع التأثير على التقانات الأخرى (أنظر الشكل 3.7). سيحقق إدخال الهوائي الذكي في تقانة الجيل الثالث العالمي ربحاً قدره (6) ديسيبل، أو زيادة (400) بالمئة في السعة. سيحقق إدخال فوكودر جديد (EVRC) أو (AMR) زيادة قدرها (4) ديسيبل أو (250) بالمائة من سعتها. وسوف يحقق إدخال خوارزميات مناولة محسنة زيادة قدرها (3) ديسيبل أو (200) بالمائة من سعتها. تصبح السعة بسبب مختلف معدلات الشبة أمراً لا قيمة له تقريباً. لمعدل التقطيع (4.096) ميغا شبة/ثا زيادة سعة قدرها 6%، ولمعدل الشبة (3.68) ميغا شبة/ثا نقصاً في السعة قدره 4% مقارنة مع معدل الشبة (3.84) ميغا شبة/ثا. إذا اتفق المشغلون على أن معدل الشبة (3.68) ميغا شبة/ثا هو معدل الشبة

المعياري فإن منظومة cdma One سوف تستفيد نظراً لأن معدل الشبة فيها (1.2288) ميغا شبة/ثا و ثلاثة أمثالها (3.68) ميغا شبة/ثا.



الشكل 3.7: تأثير معدلات الشبة المختلفة اعتماداً على (3.84) ميغا شبة/ثا مع التقنيات الأخرى

إن لاستخدام الـــCDM أو الـــTDM كبنية دليل فوائد مختلفة. ففي الـــCDM إن معلومات تقدير القناة (القدرة الوسطية) ممكنة التحصيل ضمن دفق الإشارة. باستخدام الـــ TDM يحتاج الأمر جمع معلومات تقدير القناة تلك من دفق لإشارة أخرى، لكن قدرة الدليل الكلية ممكنة التخفيض.

إن استخدام التزامن مقابل عدم التزامن في الجيل الثالث العالمي مسألة نقاش أخرى. إن منظومة التزامن هي مجموعة فرعية من المنظومة غير المتزامنة. بدون وجود ساعة رئيسية (master clock) في الفراغ لتغذية محطات القاعدة في جميع الأوقات فإن الطريقة غير المتزامنة هي الوحيدة لمعالجة التزامن من البدء. تبدأ المنظومة غير المتزامنة من ساعة رئيسية في أحد المواقع (إحدى محطات القاعدة) ثم تتزامن على أساس كل مكالمة في كل محطة قاعدة. الأفضل لمنظومة التزامن استخدام منظومة تحديد الموقع بالسواتل (GPS: Global Positioning System) وإلغاء الخطوة من عدم التزامن إلى التزامن. في منطقة مناولة البرمجيات هناك على الغالب أربع إلى خمس إشارات دليل قادمة من محطات القاعدة المجاورة لهذا يستغرق التبديل

من عدم تزامن إلى تزامن لكل إشارة وقتاً. إذا لم تستقبل إشارة قوية تزامنها بسرعة فإنها تتحول إلى تداخل قوي وتتسبب في انقطاع المكالمة. التزامن قادر على امتلاك زمن تأخير latency أقل أو انقطاعاً للمكالمات أقل مقارنة مع عدم التزامن في منطقة مناولة مريحة.

تم تعلم التالي من مجهود تآلف الجيل الثالث:

1. الفصل بين المسائل السياسية والفنية بوضوح.
2. فهم ثقافة كل إقليم.
   آ- إستخدام حق الملكية الفكرية في الولايات المتحدة لتوليد الانتاج المبتكر.
   ب - استخدام الجهد المشترك في أوروبا لإنجاز معايير مشتركة.
3. يتطلب التآلف استعداداً للقيام ببعض درجات التنازل.
4. يريد المشغلون انتقاء أفضل التقنيات وأيضاً أقل كلفة وأقل مجازفة وأداءً عالياً.

3.2.7 اجتماع طوكيو

كانت نتائج ورشة عمل طوكيو كما يلي:

1. معدل الشبة (معدل الرقاقة):
   أ. تستخدم الـــWCDMA (DS) معدل شبة قدره (3.84) ميغا شبة/ثا
   ب. تستخدم cdma 2000 (MC) معدل شبة قدره (3.68) ميغا شبة/ثا
2. بنية الدليل
   أ. تستخدم الدليل المشترك (CDM).
   ب. تستخدم الدليل المكزس (TDM).
3. التزامن مقابل عدم التزامن.
   أ. تستخدم الـــWCDMA (DS) عدم تزامن/تزامن
   ب. تستخدم cdma 2000 (MC) التزامن.

للمنظومتين المقترحتين WCDMA وcdma 2000 عناصر مواءمة (interfaces) مشتركة على جانب الشبكة. لهذا يمكننا أن نسميهما بنمطين ضمن معيار عالمي ثالث واحد

4.2.7 لقاء تورنتو

تم إقرار ما يلي من قبل مجموعة تآلف المشغلين (OHG) في تورنتو/1/ وصدقه الاتحاد

الدولي للاتصالات ITU /2/.

الطبقة الفيزيائية (L1): عُرِّفت بنية القناة المشتركة المقترحة، مع بتتات الموضع (position) وفقاً لمتطلبات الـ(WCDMA) حيث عرفت كل من قناة دليل مشتركة (CPICH: Common Pilot Channel) وقناة تزامن (SCH Sync channel) وقناة دليل تحكم مشتركة أولية (PCCPCH: Primary Common Control Pilot Channel) وقناة دليل تحكم مشتركة ثانوية (SCCPCH: Secondry Common Control Pilot Channel)

إن لقناة دليل مكرسه ثلث معدل (1/3) ترميز FEC وعامل نشر 256 إن عدد بتات الدليل المطبقة على قناة حركة مكرسة لا يزال قيد الاعتبار.

متطلبات التآلف

إن متطلبات التآلف مدرجة أدناه:

1. يجب على الخدمات المعتمدة على الـ (GSM MAP) والـ(ANSI-41) أن تكون مدَعَّمة في شبكة النفاذ الراديوي ومضمومة مع أنماط الـ(3G-CDMA) الثلاثة.
2. دعم وظائف معتمدة على تشغيل متزامن مثل حساب الموقع وهكذا.
3. أن تدعم المناولة الملتحمة (seamles) بين الـDS والـMC المتآلفين، بما فيه IS-95 لأجل ANSI-41 والمعادل لهذا لأجل UMTS/GSM.
4. تخفيض تعقيد الطرفيات والتجهيزات مزدوجة النمط ومتعددة النطاق الترددي للحد الأدنـــى.

طريقة التآلف Harmonization Approach: يبين الشكل رقم (1.7) مخطط مفهوم التآلف المطلوب لتحقيق هذه المتطلبات لأجل النمطين DS وMC. مع ملاحظة بأن الشكل يتضمن تبديلات معتبرة للطبقة الفيزيائية L1

تتضمن طريقة التآلف المبينة بالشكل رقم (1.7) العناصر التالية:

1. من أجل النمط DS إن نقطة بدء خط القاعدة لدعم كلا شبكتـــي النواة هي:

أ. L1 كما ذكر سابقاً

ب. W-CDMA L2

ج. تحكم بموارد راديوية (RRC: Radio Resource Control) للطبقة الثالثة لتقسيم رمز

متعدد النفاذ عريض النطاق (W-CDMA – L3)

2. من أجل النمط MC، إن نقطة بدء خط القاعدة لدعم كلا شبكتـــي النواة هي:
   أ. L1 كما ذكر سابقاً
   ب. cdma 2000 L2
   ج. تحكم بموارد راديوية (RRC) للطبقة الثالثة لتقسيم رمز متعدد النفاذ (cdma 2000 L3)
3. من أجل النمط (TDD) إن نقطة بدء خط القاعدة لدعم كلا شبكتـــي النواة:
   أ. الطبقة L1 للنمط TDD، الطبقة الفيزيائية
   ب. الطبقة L2 للنمط TDD وفقاً لمشروع شريك الجيل الثالث (3GPP: Third Generation Partner Project)
   ج. تحكم بموارد راديوية للطبقة الثالثة بالنمط (TDD) وفقاً لــ3GPP
4. مفهوم الخطافات (كلابات) (hooks) كما هو مبين في الشكل رقم (10.4) معَرَّف كأي وظيفية (functionality) محددة للإصدار الأول للمعايير بحيث أن التوسعات بحاجة لتحقيق المتطلبات المذكورة أعلاه ممكنة التعريف بالتفصيل.
5. مفهوم التوسعات (extensions) كما هو مبين في الشكل رقم (10.4) معرَّف كأي وظيفية إضافية (functionality) عند أي طبقة بحاجة للتحديد بالتفصيل لمواجهة المتطلبات المذكورة أعلاه، مفترضين أن الكلابات المناسبة في موضعها تمكيناً للتوسعات أن تكون مُعَرَّفة بدون تبديلات رئيسية لبروتوكولات خط القاعدة.

الانهيار (الفشل) في الأطوار Break down in phases[2]: سيتم تطوير بروتوكول الطبقتين (2) و(3) للنشر المباشر والحامل المتعدد ومزاوجة تقسيم الزمن (TDD) وفقاً لما تم ذكره أدناه (متضمناً أية تأثيرات مترتبة على الطبقات الفيزيائية) في طورين:

الطور 1: سيتم استكمال معْلمات خط القاعدة لجميع الطبقات الراديوية الثلاث بما فيه الكلابات كما عرفت أعلاه أولاً

الطور 2: استكمال جميع المواصفات التفصيلية لجميع توسعات الطور (1) اللازمة لدعم نواة شبكتـــي كل من(ANSI-41) والـــ(GSM) بصورة كاملة.

يبين الشكل رقم (2.7) وجهة نظر أكثر تفصيلاً لأسلوب بنية البروتوكول لأجل نمط النشر المباشر (DS) المرتبط مع شبكة الـــANSI-41 المعتمدة على مبادئ الشكل رقم (1.7)

قد ينتقي مشغلو الجيل الثالث (3G) مجموعات من أكداس بروتوكول وفقاً لمتطلباقم الوطنية والاقليمية. يجب على المواصفة العالمية للجيل الثالث العالمي (G3G) أن تكون تفصيلية بشكل كاف بحيث يسمح للمشغلين الاختيار بمرونة بين مختلف النفاذ الراديوي المتآلف وشبكات النواة (Core networks).

3.7 طريقة بسيطة للاقتراب إلى حلم الجيل الثالث العالمي/3/

سيناقش هذا المقطع الوصول إلى حلم الجيل الثالث العالمي لصناعة المتنقل اللاسلكي. طبعاً من الواجب أن نسأل أنفسنا أولاً هل يمكن إنجاز معيار الجيل الثالث العالمي بسهولة؟

1.3.7 هل نستطيع امتلاك معيار للجيل الثالث العالمي (G3G)؟

يمكن باستخدام معيار الجيل الثالث العالمي تحقيق هدف هاتف محمول باليد مستقبلي ممكن الاستخدام في أي مكان في العالم. تستفيد الـــGSM اليوم مسبقاً من هذا الهدف، فالـــGSM منظومة TDMA وهي ليست منظومة معطيات عالية السرعة. إن الـــCDMA اختيار صحيح من أجل منظومة معطيات عالية السرعة. رغماً عن أنّ الإنجاز ليس سهلاً سياسياً فإنّ معيار الجيل الثالث الذي نرغب بالحصول عليه هو منظومة CDMA بمعيار كونـــي وحيد يمكن أن يكون مقبولاً فنياً من جميع الشركات المصنعة الدولية.

أحيل عام 1998 ثلاثة عشر معياراً للجيل العالمي الثالث (G3G) مقترحاً اعتماداً على منظومة CDMA إلى الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) (أنظر الشكل 4.3)، مسؤولية الاتحاد أن يجد معياراً واحداً من بينهم ومع ذلك إن هذا غير ممكن رغماً عن أن المشغلين يشعرون بأن طريقة مقاربة تقرّب ثلاثة عشر معياراً لمعيار واحد هي الطريقة المناسبة للمضي بها، فإن عدد الباعة الذين يدعمون ذلك قليل لهذا فإنهم ينظرون إلى تقارب الائتلاف Harmonization Approch من تآلف ثلاثة عشر معياراً إلى معايير قليلة كخيار بديل.

قد يحاول المشغلون امتلاك جهاز محمول باليد (hand set) قادر على أن يكون هاتف

متعدد الأنماط ومتعدد النطاقات. هذه الطريقة ليست سهلة أيضاً. إحدى الأفكار هي تطوير أجهزة راديو معرَّفة بالبرمجيات (software) (أنظر المقطع 4.7). إذا كان هذا النوع من أجهزة الراديو ممكن التطوير بنجاح فإننا لا نحتاج لمعيار الجيل الثالث. فالوظيفة القابلة للبرمجة في الجهاز المحمول باليد hand set ممكنة التبديل ببساطة من منظومة لأخرى بالضغط على زر لكن لا يمكن إنجاز ذلك في المستقبل القريب.

خلال ذلك. يمكننا أن نفكر بمعايرة بطاقة عامة ذكية يمكن إدخالها في أي هاتف. فعلى سبيل المثال يغدو أي هاتف إقليمي مختلف، وببطاقة ذكية لشخص ما يتم إدخالها فيه، هاتفاً شخصياً. إذا استخدمت هذه الطريقة فإن مسألة التجوال تصبح محلولة. ومنظومة الجيل الثالث تصبح غير ملحة. إن بالإمكان استمرار الاحتفاظ بمعيار المنظومة الإقليمية والهواتف الإقليمية ذات نافذة البطاقة الذكية العامة ممكنة الاستئجار في المطارات والمرافئ الإقليمية.

2.3.7 يمكن لبطاقة ذكية بسيطة أن تحول الجيل الثالث العالمي إلى منظومة اتصالات جيل ثالث لاسلكية ممتازة

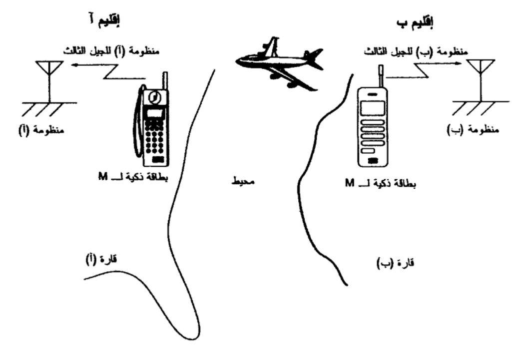
إذا طورت بطاقة ذكية عالمياً (بطاقة معيارية) (أنظر الشكل رقم 4.7) لا يصبح معيار الجيل العالمي ضرورة ملحة. يمكن الحصول على معيار جيل ثالث إقليمي أولاً. فكل إقليم قادر على تكريس جهوده لتطوير منظومة أفضل. لا داعي لحل وسط في تطوير منظومة جيل ثالث إقليمية. مثلاً لن يكون الجدال المتعلق بـــ4.096 أو 3.86 أو 3.68 ميغا شبة/ثا (Mcps) كمعدلات رقاقة لمعيار الجيل الثالث العالمي قائماً. ليس لمعدلات الرقاقة المختلفة تأثير على هذا الحل البسيط. بالإضافة إلى ذلك يمكن للهوائي الذكي المتقدم (أنظر المقطع 5.7) المتكامل مع محطة القاعدة أن يربح سعة عالية. إن الشبكة المعتمدة على بروتوكول الانترنيت (IP) مع إما مركزية نمط نقل غير متزامن (ATM Centric) أو مركزية مسيِّر (محدد مسار) (router) (أنظر المقطع 2.8) قادرة على تخفيض كلفة التشغيل وزيادة معدل المعطيات. طبعاً إن الجودة الكلامية وأداء المنظومة هما العاملان الرئيسيان اللذان يبعثان السرور في نفوس المستخدمين وبحاجة لأن يؤخذا بالاعتبار جيداً.

بعد أن تنتشر منظومات الجيل الثالث، يمكن للمستخدمين تقييمها ومن ثم انتقاء المنظومة

الأفضل. تستطيع المنظومات الباقية في الأسواق الإقليمية التكيف في حينه مع المنظومة الإقليمية الأفضل. في النهاية سوف تطلق منظومة جيل ثالث عالمية (Universal).

4.7 راديو البرمجيات Software radio /4/

راديو البرمجيات هو الراديو القادر على العمل في أية منظومة راديوية من خلال برمجة برمجيات (Software programming). جاءت الفكرة الأولى لراديو البرمجيات من Don Steibrecher* وقد دعاه بالراديو القابل للبرمجة عام 1993. اقترح W. Lee خلال لقاء لدى (Pactel) تسميته براديو البرمجيات بدلاً عن الراديو القابل للبرمجة.



الشكل 4.7: مفهوم البطاقة الذكية الكونية

لا يزال راديو البرمجيات في مرحلة الطفولة. العنصر الرئيسي في هذا الراديو هو في التبديل التماثلي/الرقمي (A/D) عالي السرعة. يمكن للتحويل الرقمي أن يكون اليوم (100) ميغابت/ثا. ولكل عينة 2^{12} مستوياً.

يجب على تردد الإشارة الراديوية الآن أن يخفض ويحول إلى نطاق تردد متوسط (IF)

---

*. عرف الدكتور J.Mitola كأول من نشر مفهوم راديو البرمجيات عام 1992 أيضاً.

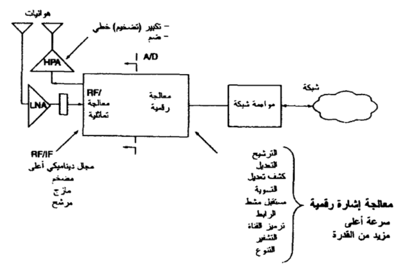
حوالي (100) ميغاهرتز، مثل هذا التحويل (A/D) ممكن الاستخدام في التحويل الرقمي (To digitize) للإشارة إلى الشكل (النسق) الرقمي (digital format). إن على معالج الإشارة الرقمية (DSP: Digital Signal Processor) أن يمتلك سرعة عالية أيضاً لمعالجة وظائف مثل التصفية (الترشيح) (filtering)، والتعديل، وكشف التعديل (demodulation)، والتسوية (equalization)، ومستقبل المشط (rake receiver)، والرابط (correlator)، وترميز القناة، والتشفير، والتنوع (diversity). سيكون لراديو البرمجيات المثالي مبدلاً تماثلياً/رقمياً (A/D) موضوعاً قبل المضخمات عالية القدرة (HPA) عند الإرسال (HPAs: High Power Amplifiers) وتماماً بعد المضخم منخفض الضجيج (LNA) عند الاستقبال كما هو مبين في الشكل رقم (5.7). يحتاج هذان النوعان من المضخمات إلى جهاز ذي نطاق عريض وخطي، والذي أمكن إنجازه تدريجياً بوساطة عدة تقنيات ناجمة عن تطور هام (أنظر المقطع 17.7).

إذا أمكن لراديو البرمجيات أن يكون جاهزاً قريباً، قد لا نحتاج للجيل الثالث العالمي. يمكن إجراء مشابهة وكأن الجيل الثالث العالمي لغة موحدة على كل فرد أن يتعلم كيف يتحدث بها. يمكننا أن نشبه راديو البرمجيات بشخص بإمكانه التحدث بلغات كثيرة وبإمكانه التكلم مع أي شخص آخر باستخدام لغة محلية. في هذه الحالة يمكن لكل محطة قاعدة أن تمتلك منظومة جيل ثالث مختلفة فهي اللغة المحلية في هذه الحالة.

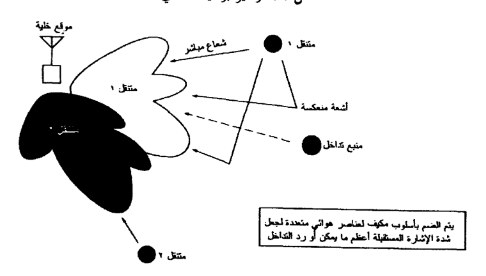
فقط الجهاز المحمول باليد handset له راديو البرمجيات وبإمكانه التغيير من خلال البرمجيات إلى منظومة محطة القاعدة المحلية. ويتحقق بإمكانية التغيير هذه التجوال العالمي. وبدلاً من ذلك، يمكن للجهاز المحمول باليد (hand set) أن يكون من منظومة جيل ثالث مختلف، ويمكن لكل محطة قاعدة أن تمتلك راديو برمجيات (Software Radio) وبإمكانها تحليل الإشارة المستقبلة والتقاط المنظومة الصحيحة للاستخدام في الاستجابة الصحيحة، في هذه الحالة يحتاج كل جهاز محمول باليد (handset) للتسجيل المسبق (preregister) مع محطة القاعدة المحلية وإلا فإن المكالمات الصادرة عبر الخط السلكي تجد وقتاً صعباً للوصول إلى الجهاز المحمول باليد. استخدم فيما بعد الاسم راديو البرمجيات للجهاز النهائي (ultimate)، واستخدم اسم الراديو المعرَّف بالبرمجيات لمعالج الإشارة في الـــDSP ودعم العتاد (التجهيزات) (hardware).

5.7 إلى أي حد إن الهوائي الذكي – ذكي/5/

الهوائي الذكي اسم عام تستخدمه الصناعة بصورة شائعة حتـــى قبل أي اختبار يدل على أنه ذكي أم لا. قد تمتلك بعض الهوائيات الذكية علامة IQ* منخفضة. يمكن تقسيم الهوائي الذكي إلى فئتين: الكشف الأعمى (blind detection) وإدارة الحزمة (beam management)



الشكل 5.7: راديو برمجيات مثالي



الشكل 6.7: الهوائي الذكي

---

* IQ: Incoming Quality.

الكشف الأعمى هو التقانة التـــي تستخدم عناصر هوائي كحساسات كشف ذكية لإشارتين أو أكثر عند الاستقبال. عند نشر عدد كاف من الحساسات عند نهاية الاستقبال، فإن المعلومات من كل إشارة قادمة ممثّلة ذات شدة مستوى مختلفة عند كل حساس. يتلقى الكشف الأعمى مصفوفة من المعلومات ويمضي عبر عملية فك لف (deconvolution process) باستخدام موقع الحساس النسبي. إن الخرج قادر بعد ذلك على فك ترابط (decorrelate) الإشارات كل على حدة. بإمكان الكشف الأعمى تحسين الإشارة المرغوبة وحذف الإشارة غير المرغوبة. إن التنوع الفراغي (space diversity) المكون من (N) هوائي فرعي متنوع، مجموعة فرعية من الكشف الأعمى. ورغماً عن أن التنوع الفراغي يحسن فقط الإشارة المرغوبة إلا أنه قد يعتبر كشفاً أعمى لإشارة مفردة.

تقسم إدارة الحزمة إلى تقنيتين، 1. تبديل حزمة (beam switching) و 2. تشكيل حزمة (beam forming)، يدعى تشكيل الحزمة أحياناً بتشكيل الحزمة المكيف (adaptive) وكلاهما يستخدم صفيف هوائيات (antenna array).

إن تقنيات تشكيل الحزمة صعبة التطبيق نسبياً على طرفيات متحركة مع الدقة وزمن التأخير (latency) المطلوبين. لهذا فإن تبديل الحزمة (beam switching) مستخدم ومطبق حالياً. إن تبديل الحزمة مطبق في محطات القاعدة للإرسال والاستقبال. فهو يبدل حزم الهوائي المتعددة بذكاء (أنظر الشكل رقم 6.7) متتبعاً الطرفية المتحركة من حزمة إلى أخرى. في هذه الحالة ينخفض التداخل وكما هو مبين في المقطع (5.3)، فإن تخفيض التداخل يعنـــي زيادة السعة.

يستخدم تشكيل الحزمة صفيف هوائي مكيَّف وهو مستخدم عسكرياً لمقاومة التشويش على الطائرات. عند استخدام تشكيل الحزمة في المنظومة الخليوية فإن الظروف المحيطية الخليوية مختلفة عن الظروف المحيطية الجوية في ما يلي:

1. إنها في وضعية خارج خط النظر.
2. يستقبل اللاقط التداخل وأيضاً إشارات متعددة المسار على السواء.
3. عندما تتحرك المحطة المتنقلة في المحيط تتبدل شدة الإشارة المستقبلة باستمرار نظراً لأنه محيط غير مستقر.

يطبق في الوقت الحاضر تشكيل الحزمة عادة على منظومات الـــWLL. في المستقبل عندما يكون معالج الإشارة الرقمية (DSP) أسرع والخوارزمية الجديدة أبسط سيكون زمن المقاربة (Convergent) لتشكيل الحزمة (بما فيه تصفير وملاحقة الحزمة)* ضمن المجال الزمنـــي المحدد للاستخدام في المنظومة الخليوية.

6.7 معايير أداء المعطيات والكلام في الاتصالات اللاسلكية مختلفة عن بعضها

بدأ عصر اتصالات المعطيات الآن. نحتاج في اتصالات المعطيات إلى استخدام شكل معطيات الرزم. تحتوي كل رزمة على ترويسة (a header) تخبر عن عنوان الوجهة. وبسبب رزم المعطيات يمكن استخدام قناة إشارة لإرسال إشارات مختلفة إلى وجهات مختلفة. لهذا يمكن استخدام قناة فيزيائية واحدة لعدة أقنية افتراضية (virtual). لإرسال معطيات الرزم علينا أن نمتلك بدالات رزم. حالياً إن تجهيزات البدالات هي بصورة رئيسية بدالات دارة (circuit switches) للخدمة الصوتية. حالما تكون بدالات الرزم في موضعها فإن معايير الأداء لأجل معطيات الرزم تتبدل.

إن معايير الأداء في بدالات الدارة لأجل الصوت هي معدل حجب الاتصال (the block cell rate) ومعدل انقطاع المكالمة (dropped cell) والجودة الكلامية. إن معايير الأداء لبدالات الرزم لأجل المعطيات هي زمن التأخير (التريث) (latency) ومعدل تدفق المعطيات (through put) والاستعلام (inquiry) في الوقت الحقيقي (real time)، إذا كان تشارك الطيف ينطبق على كل من الصوت والمعطيات، فبسبب الاختلاف في معايير الأداء يجب كتابة خطوط إرشادية (guide lines) جديدة بالاشتراك مع الـــFCC. باعتبار أن الصوت هو عملية بالوقت الحقيقي، حيث لا تسامح ممكن مع تأخير الزمن، وعلى الجودة الكلامية أيضاً أن يحافظ عليها عند مستوى مقبول. ومن ناحية أخرى فإن عمل المعطيات ليس بالوقت الحقيقي. يمكن معالجة أخطاء المعطيات بالتأخير الزمنـــي لإعادة إرسال تصحيح

---

* (Beam nulling and beam tracking).

الخطأ.

الفائدة الأخرى الرئيسية لمعطيات الرزم هي في أن وصلة المعطيات موصولة افتراضياً (virtually) طيلة الوقت. لهذا لا انقطاع مكالمات ممكن الحدوث. ونظراً لأن الصوت يكون بصورة معطيات في الأنظمة الرقمية، فإن بدالات الرزم قادرة على إرسال الصوت لكن الصعوبات التالية حتمية الحدوث:

1. تحتاج رزم الصوت عبر بدالات الرزم لأن تكون لها أفضلية (priority).
2. عندما تكون رزمة الصوت في منطقة المناولة، فإن على ترويسات الرزمة أن تحمل معلومات الموقع.

لهذا فإن الصوت عبر الرزم تقانة جارية (on going). البروتوكول المفضل حالياً هو رزمة بروتوكول الانترنيت. استخدم الصوت على بروتوكول الانترنيت (VoIP: Voice Over IP) عبر خط الانترنيت السلكي بأداء ممتاز. لكن أداء الصوت على شبكة نواة بروتوكول الانترنيت اللاسلكية لا يزال يحتاج إلى استقصاء.

إن بدالة رزم الـــGSM هي منظومة الرزم الراديوية العامة (GPRS: General Packet Radio System) بإمكانها الآن التعامل مع حركة معطيات (data traffic) فقط. في النهاية سوف تتولى خدمات كل من الصوت والمعطيات. يخطط الجيل العالمي الثالث (G3G) لامتلاك شبكة نواة بروتوكول انترنيت لاسلكية تتولى خدمات الصوت والمعطيات في المستقبل.

7.7 بدالة نمط نقل غير متزامن لأجل معطيات رزم/6/

إحدى بدالات الرزم حالياً هي بدالة (ATM). تستخدم بدالة الـــ(ATM) بنية "خلية"، يجب عدم الخلط بينها وبين الخلية الخليوية. يعَرِّف معيار الـــ(ATM) أو شبكة الخدمات المتكاملة الرقمية عريضة النطاق (ISDN: Integrated Service Digital Network) الخلية بتلك التـــي لها طول ثابت قدره (53) بايت، مؤلف من ترويسة ذات (5) بايت وحملاً صافياً (pay land) من (48) بايت. تحتوي كل ترويسة خلية على معَرِّف قناة افتراضي (VCI: Virtual Channel Identifier) لتعريف التوصيل الافتراضي الذي تتبع له الخلية. إن

تقانة الـATM بسبب مرونتها ودعمها للحركة متعددة الوسائط، فإنها تجلب اهتماماً وانتباهاً كبيرين. نحتاج في الاتصالات السلكية واللاسلكية لبدالات عريضة النطاق وبدالات ATM مثالية لهذه التطبيقات. طورت هذه البدالات ATM في البداية من أجل تجهيزات الشبكات الواسعة المساحة (WAN: Wide Area Networking). إن الـATM مصممة لدعم حركة اتصالات متعددة الوسائط فهي تقدم فائدة مناولة أقنية الإشارة عريضة النطاق ضرورية لحركة اتصالات المعطيات المتزايدة الحجم. إن شبكة الـATM مبينة في الشكل رقم (7.7). كما ذكر سابقاً إن الـATM تقانة تبديل رزم (packet switching) عالية السرعة تستخدم رزماً بطول ثابت قصير. يَسَّط طول الخلايا الثابت من تصميم بدالة الـATM في حالات سرعة التبديل العالية. تقلل الخلية ذات الطول القصير المعيارية تأخير الزمن واختلافه الذي هو عبارة عن ارتعاش (jitter) في الخدمات الحساسة للتأخير مثل الصوت والتلفزيون. لهذا السبب إن الخلايا القصيرة الثابتة قادرة على دعم مجال واسع من أنواع الحركة المختلفة مثل الصوت والتلفزيون والصورة. تتناول بدالة (ATM) كحد أدنـى عدة مئات الآلاف من الخلايا في الثانية عند منفذ (باب) كل بدالة. يدعم كل منفذ بدالة معدل تدفق لا يقل عن (50) ميغابت/ثا، والـ(150) والـ(600) ميغابت/ثا مقترحان كمنفذين معياريين. ويكون لبدالة الـ ATM عادة 50 منفذاً وتعتبر البدلات التي لها أكثر من (100) منفذاً بدالة كبيرة. يبين الشكل رقم (8.7) بنية بدالة ATM عامة. في بدالة الـATM إن وصول الخلايا ليس مُجَدْوَلاً (scheduled).

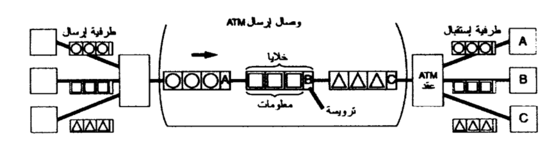
قد يطلب عدد من الخلايا من منافذ دخل مختلفة نفس منفذ الخرج بنفس الوقت. يدعى ذلك بتنازع الخرج. يمكن لمنفذ خرج أن يرسل خلية واحدة فقط في وقت ما. لهذا فإن خلية واحدة ممكنة القبول للإرسال. أما الخلايا الباقية من تطلب المنفذ بنفس الوقت فيجب إما تخزينها مؤقتاً (buffered) أو نبذها.

إن النواحي الأكثر أهمية في تصميم بدالة ATM هي:

1. **التركيبة البنيوية (topology) للبدالة، مثل تقسيم الزمن (time division) والتقسيم الفراغي (space division)**
2. **مواضع ذواكر الخلية المؤقتة (cell buffers) مثل التخزين المؤقت الداخلي (internal**

(buffering) (التشارك بالذواكر المؤقتة لتقليل عدد ذواكر الخلية المؤقتة) والتخزين الخارجي المؤقت (لدعم مستويات الأولوية لمختلف أصناف حركة الاتصالات)

3. آلية حل التنازع (التنافس) [الضغط الخلفي (الترجيع: sending back) أو الانحراف (deflection) (التسيير: routing) أو الخسارة]



الشكل 7.7: شبكة ATM

إن بدالات الـــATM موجهة التوصيل (connection-oriented)، لكن عندما يكون مخدم بلا توصيل (connectionless) (بدالة رزم مثل مسيّر) مرتبط مع بدالة ATM، فيمكنها توفير خدمة بلا توصيل (أنظر المقطع 13.8). يمكن للـــ(ATM) أيضاً استخدام خلايا طبقة بروتوكول الانترنيت (IP) تدعى (ATM/IP) لتكوين شبكة بروتوكول إنترنيت(IP) معتمدة على الـــ ATM.

ستنافس شبكةIP المعتمدة على الـــ(ATM) مستقبلاً شبكة IP المعتمدة على المسير (router) سعياً لحلول قليلة الكلفة وذات أداء أفضل. هناك نقاشات حولهما مشروحة في المقطع (7.8).

8.7 الخدمات المعتمدة على منظومة تحديد الموقع العالمية (GPS)

الـــGPS منظومة أمريكية لإيجاد الموقع سواء على الأرض أو في الجو. إنها منظومة مدار أرضي متوسط (MEO: Medium Earth Orbit)، وارتفاعها هو (11000) ميل. إن زمن دوران كل ساتل في منظومة الـــGPS حول الأرض هو (12) ساعة. باعتبار أن موقع كل ساتل (t_i, z_i, y_i, x_i) ووقته t_i معروفين، حيث أن $i = 1, 2, 3, 4$ فإن بإمكاننا إيجاد موقع الوحدة الأرضي (a, b, c, t)

$$[1.7] \quad \ldots (a - x_1)^2 + (b - y_1)^2 + (c - z_1)^2 = (t_0 - t_1)^2$$
$$[2.7] \quad \ldots (a - x_2)^2 + (b - y_2)^2 + (c - z_2)^2 = (t_0 - t_2)^2$$
$$[3.7] \quad \ldots (a - x_3)^2 + (b - y_3)^2 + (c - z_3)^2 = (t_0 - t_3)^2$$
$$[4.7] \quad \ldots (a - x_4)^2 + (b - y_4)^2 + (c - z_4)^2 = (t_0 - t_4)^2$$

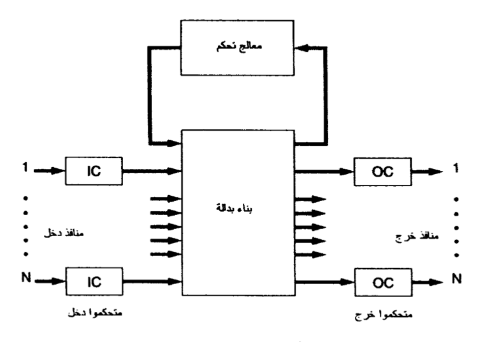
لهذا فإن الـــGPS قادرة على إعطاء الموقع على الأرض والارتفاع. في المعادلات المذكورة أعلاه، إذا جعلنا الارتفاع رقماً معروفاً أو عند مستوى الأرض، أي أنه ثابت = c عندئذ يتبقى لدينا ثلاثة مجاهيل (a, b, t_0) يعنـــي هذا بأننا نحتاج لثلاثة سواتل للحصول على الموقع الأرضي. في حال كان ساتلان مرئيان فقط، عندئذ فإن الدقة تصبح ضعيفة.

تحتاج منظومة الـــGPS لـــ(18)ساتلاً لتغطية كامل الكرة الأرضية. يوجد(24)ساتلاً ستة منها احتياطية.

وإن منظومة الـــGPS منظومة إرسال باتجاه واحد. فالسواتل ترسل إشارات طيف منشور بالترميز (C) (تقريبي) وبالترميز (P) (دقيق). الترميز (C) للأغراض التجارية والترميز (P) لأغراض حكومية. يوضع مستقبل الـــGPS على عربة متنقلة أو منصة ترحال (nomadic). صنعت شركة (Tremble Navigation) جهاز استقبال (GPS) تجاري بكلفة حوالي (5000) دولاراً عام 1985. أما اليوم فإن مستقبل الـــGPS ليس مكلفاً إطلاقاً وتكلفته أقل من (100) دولاراً.

إن الموقع الأرضي الذي تم الحصول عليه من الـــ(GPS) هو بدقة (10) أمتار في 80% من الوقت، في منطقة مفتوحة أو خارج الأبنية.وتكون فرصة رؤية ثلاثة سواتل في الشارع أو بين بناءين عاليين أقل والدقة تنخفض.

لا يستطيع مستقبل GPS عادي استقبال إشارات داخل بناء من ساتل في منظومة الـــGPS. إلا أن بمقدور مستقبل الـــGPS العالي الحساسية المبنـــي على تجهيزات (hardware) وعلى برمجيات متقدمة (DSP: Digital Signal Processing) الحصول على (20) ديسيبل ربح يفوق ربح المستقبل العادي وعندها فقط يمكن الحصول على الموقع ضمن البناء. كانت شركة (Snap Track) أول شركة تبين ذلك/8/. إن منظومة الـــGPS قادرة على تحديد موقع الطائرات والأسطول (fleet) والسيارات والأشخاص.



الشكل 8.7: بنية بدالة (ATM)

يمكن للخدمات المعتمدة على الموقع باستخدام منظومة الـــGPS أن تكوّن خدمات قائمة بذاتها. إذ يمكن لشخص أن يجد موقعه في حال زود مستقبل الـــGPS بترجمة للبرمجيات (software) من قيم خط الطول والعرض إلى اسم الطريق أو العنوان. إن الخدمة في منظومة الـــGPS مجانية وتحتاج فقط لشراء جهاز استقبال. مع ذلك ومن أجل استخدام مزودي الخدمة في المنظومة الخليوية/PCS لمعلومات الموقع من منظومة الـــGPS، فإن عليهم إيجاد وسائل لاستقبال معلومات الموقع من الجهاز المتنقل وإعادتها إلى مواقع الخلايا.

فائدة أخرى من استخدام منظومة الـــGPS هو تزامن منظومة الاتصالات اللاسلكية لأجل النمطين FDD أو TDD. توفر الـــGPS ساعة رئيسية (master clock) مجانية ودقيقة. لهذا فإن منظومات الاتصالات لم تعد تحتاج منظومة غير متزامنة (Asynchronized) .

لكن بعض الدول الأجنبية ولأسباب أمنية قد لا ترغب بالاعتماد على ساعة الـــGPS الرئيسية للولايات المتحدة. يجب التخفيف من هذا القلق بسبب الاستخدام الكثيف لمنظومة الـــGPS في خدمات مختلفة كثيرة في الولايات المتحدة، خاصة خدمات الـــE 911. يجب أن تكون منظومة الـــGPS مصدراً أميناً جيداً.

9.7 تقانات الموقع وبنية المنظومة لأجل(E 911) [9]

أصدرت الـــFCC تكليفاً إلزامياً لمخدمي منظومة الـــPCS الخليوي لتنفيذ الـــE 911 على مرحلتين: المرحلة (1)، تقرير E 911، تشرين الأول أكتوبر، 1998 (خدمة هواتف خلية مجازة أو غير مجازة)

المرحلة (2) موقع E 911، تشرين الأول أكتوبر، 2001.

في المرحلة (2)، دقة الموقع ضمن (125) متراً باحتمال 67 بالمائة. إن زمن الاستجابة للموقع غير محددة. قد يتعين عليه أن يكون ضمن زمن توصيل الـــE 911. إن الـــ 67 بالمائة غامضة أيضاً قد تعنـــي 67 بالمائة م ن المساحة الكلية أو 67 بالمائة من التوصيل (connections) الناجح في أي موقع، أو 67 بالمائة من الأجهزة المحمولة باليد. لم تعَرِّف الـــ FCC ذلك بوضوح بعد.

1.9.7 تقانات الموقع

هناك ثلاث تقانات أساسية مختلفة لإيجاد الموقع

باستخدام تقانات موقع معتمدة على الجهاز المتنقل.

1. *التقدير الميت* بدون استخدام أجهزة الملاحة الفلكية (*Dead Reckoning*): تجهز المحطة المتنقلة ببوصلة ومقياس سرعة لملاحقة موقع الجهاز المتنقل. إن الكلفة عالية ولا يمكن التحكم بالدقة.
2. *منظومة Loran-C*: استخدمت هذه المنظومة من قبل خفر السواحل الأمريكية ذات منارات متعددة متوضعة بجانب الشاطئ ترسل إشارة نغمة قدرها (500) كيلوهرتز مع معلومات عن موقعها. يحصل مستقبل Loran-C على ثلاث إشارات منارة أو أكثر للتثليث (triangulate) ومعرفة موقع جهاز الاستقبال. تكون دقة الموقع ضعيفة جداً في بعض الأحيان بسبب عدد المنارات ومواقعها بالنسبة لمستقبل Loran-C. لا تتوفر منارات Loran-C في بعض المناطق خاصة المناطق الداخلية.
3. *منظومة الـــGPS*: منظومة دقيقة جداً (أنظر المقطع 8.7).

باستخدام تقنيات موقع معتمدة على الشبكة

تتوضع المستقبلات في مواضع الخلايا. بإمكان هذه المستقبلات استقبال المعلومات من الوحدة المتنقلة إما من (1) شدة الإشارة و(2) زاوية الورود و(3) زمن الوصول (TOA: Time of Arrival) أو زمن الوصول التفاضلي (DTOA: Differential Time of Arrival). تستخدم بعض أجهزة الاستقبال تقانة واحدة من المذكورة أعلاه وبعضها يستخدم اثنتين أو حتـــى ثلاث لزيادة الدقة. بعد ذلك واعتماداً على المعلومات من تثليث ثلاثة مواقع خلايا أو أكثر يمكن الحصول على موقع الجهاز المتنقل. لتقنيات الموقع المعتمدة على الشبكة هذه بعض المحاسن والمساوئ.

1. لا داعي لتعديل جميع الأجهزة المحمولة باليد
2. إن الكلفة أقل إذا كانت متطلبات الـــFCC لا تحتاج إلى الوفاء بها
3. التقانة أبسط
4. لا داعي للحصول على معلومات الموقع مرسلة من الجهاز المتنقل إلى مواقع الخلايا إذ تحصل مواقع الخلايا على موقع الجهاز المتنقل بنفسها.
5. مسألة واحدة تنجم عن استخدام هذه التقانة هي دقة الموقع. من الصعب جداً الوفاء بمطلب الـــFCC لنتائج الموقع، إضافة إلى عدم التأكد الناجم عن حالة خفوت تعدد المسار لكل موقع خلية التـــي تجعل من هذه التقانة صعبة المتابعة.
6. في منظومات الـــcdma One بسبب خوارزمية التحكم بالقدرة فإن على مرسل الجهاز المتنقل أن يخفض من قدرته عند الاقتراب من موقع خليته. ويعنـــي هذا بأن مواقع الخلايا المجاورة ستستقبل إشارة أضعف أو غير قابلة للاستخدام. عندئذ لا يمكن تطبيق التقنيات.

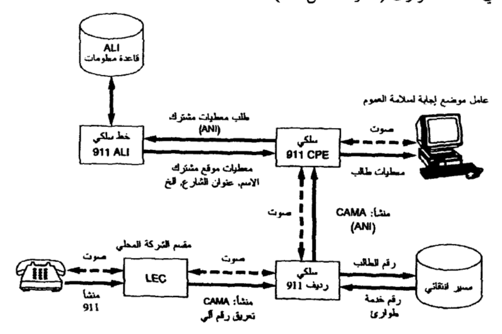
المنظومة الهجينة (Hybrid System): هذه وسيلة تضم تقنيات في المنظومات المعتمدة على الأجهزة المتنقلة (mobile) والشبكة (network) لخدمة كل من الوحدات المتنقلة القائمة(أو الأجهزة المحمولة باليد) والوحدات المتنقلة المستقبلية (المزودة بمستقبلGPS).

منظومة Qual Comm: تستخدم هذه المنظومة مستقبل الـــGPS. في موقع كل خلية في منظومة cdma One ليكون المصدر المعروف. تستقبل المحطة المتنقلة إشارة دليل CDMA على الأقل من موقع خلية واحد وتحصل على زمن المنظومة من إشارة الدليل. يمكن استخدام

تأخير الانتشار بين المحطة المتنقلة وموقع الخلية لضبط توقيت المنظومة المتنقلة كي يتطابق مع زمن الـGPS الحقيقي. بعد ذلك يصبح الزمن t_0 في المعادلات [1.7] إلى [4.7] معروفاً ونحتاج فقط لثلاثة سواتل للحصول على إحداثيات الموقع (a, b, c, t_0). أو إلى ساتلين إذا كان معلم الارتفاع (c) قد وضع على أنه ثابت (constant). يمكننا استخدام قيم معلمات معروفة أكثر (من مواقع الخلية الأرضية) للحصول على حل أكثر دقة. ورغم أن انتشار الإشارة الأرضي ليس دقيقاً لحساب زمن الوصول، فإنه أضعف من ذلك بكثير للاستقبال ضمن البناء.

2.9.7 بنية منظومة الـE 911

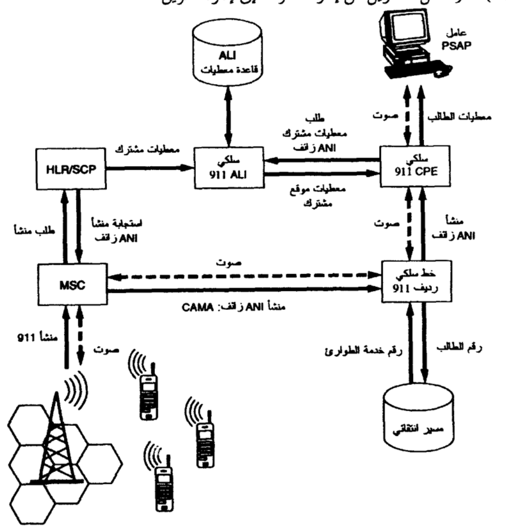
بنية منظومة E 911 نمط سلكي: تمر مكالمات الـE 911 عبر بدالة شركة الهاتف المحلية (LEC) عن طريق خط رسالة (a message line). يدعى حساب الرسالة الآلي المركزي (CAMA: Centralized Automatic Message Accounting) مع رقم الطالب وتعريف الرقم الآلي (ANI: Automatic Number Identification) ثم إلى رديف E 911 ثم إلىE 911 العنصر المعالج المركزي (CPE: Central Processing Element). إن المزايا أثناء هذا الوقت حرجة في حالة الطوارئ (أنظر الشكل 9.7).



الشكل 9.7: بناء منظومة (E 911) سلكية

يتم طلب موقع الفريق الطالب من تعريف الموقع الآلي لـ E 911 (ALI: Automatic Location Identifier)لتزويد معطياته (الاسم - عنوان الشارع، الخ) من قاعدة معطيات الـ(ALI) إلى المسيِّر (router). سوف يزود كل من الزبون وموضع إجابة سلامة العموم (PSAP: Public Safty Answering Position) بهذه المعلومات.

ثم يزود المسير الإنتقائي بصورة آلية المسار إلى موضع إجابة سلامة العموم (PSAP) الرئيسي. إن المسير الانتقائي قادر أيضاً وبصورة آلية على إعادة تسيير المكالمة أيضاً إلى موضع (PSAP) آخر، مثل التحويل من إدارة الشرطة إلى إدارة الحريق



الشكل 10.7: بناء منظومة E 911 لاسلكية

بنية منظومة الـ(E 911) اللاسلكية: في المنظومة اللاسلكية (أنظر الشكل رقم 10.7) تمر

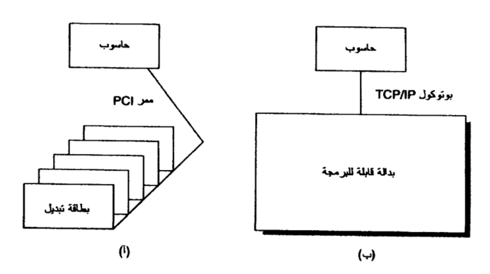
المكالمة عبر متحكم المنظومة الرئيسي (MSC) مع معلومات الموقع إلى نقطة تحكم الخدمة/مسجل الموقع الموطنـــي (HLR/SCP) (HLR/SCP: Home Location Register/Service Control Point). في المنظومة اللاسلكية لا يمتلك المشترك تعريف الرقم الآلي (ANI) لأن الوحدات المتنقلة ليس لها خطوط محددة. لهذا ليس للـــ(ANI) أي معنـــى، ويغدو الـــANI زائفاً. ترسل معلومات الموقع، ورقم الفريق الطالب وما إلى ذلك إلى الـــ E 911 السلكي. يمتد المسار الصوتي عبر (MSC) إلى رديف (E 911) إلى عنصر معالجة الـــ E911 المركزي (CPE) السلكي إلى الـــ(PSAP) موقع إجابة سلامة العموم. ستكون هناك تعديلات إضافية كثيرة على المنظومة المبينة في الشكل رقم (10.7) مستقبلاً.

10.7 الهاتف الحاسوبـــي (CT: Computer Telephony)

الهاتف الحاسوبـــي صناعة تهتم بتطبيق ذكاء الحاسوب على أجهزة الاتصالات، خاصة البدالات والهواتف. نظراً لأن الهاتف الحاسوبـــي سيطبق على شبكة الهاتف اللاسلكية مستقبلاً، علينا أن نفهم تشغيلها سلكياً. يمكن للحاسوب أن يكون طرفية أو بديلاً لبدالة تقليدية (a traditional switch). فهو يستفيد من التحسين السريع لقدرة معالجة منظومة الحاسوب (PC/UNIX) ومن البدالة القابلة للبرمجة وشبكة المنطقة المحلية (LAN: Local Area Network) وتقنيات بروتوكول الانترنيت. يمكن للتطبيقات أن تكون:

1. تكامل الحاسوب الشخصي (PC) مع بطاقات تبديل (switching) عبر خط نقل (bus) حاسب شخصي داخلي (PCI) كما هو مبين في الشكل رقم (11.7 آ)
2. تكامل الحاسوب الشخصي مع بدالة قابلة للبرمجة عبر بروتوكول تحكم إرسال/بروتوكول انترنيت (TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol) كما هو مبين في الشكل رقم (11.7 ب)

تولد هذه الترتيبات معياراً مفتوحاً لتطبيقات سريعة وللبدالة القابلة للبرمجة. تلعب تقانة الـــCT دوراً رئيسياً في إضافة قيمة للخدمات ولمنتوجات التبديل (switching) الكثيفة. لهذا السبب فإن باستطاعة الـــCT تخفيض كلفة البنية التحتية للشبكة.



الشكل 11.7: (آ) مكاملة حاسوب شخصي مع بطاقات تبديل عبر خط نقل حاسوب شخصي داخلي،
(ب) مكاملة حاسوب شخصي مع بدالة قابلة للبرمجة من خلال بروتوكول TCP/IP

1.10.7 الشبكة والبدالة القابلة للبرمجة

قد يحقق تطبيق الـــCT متطلبات الشبكة الحديثة:

1. شبكة ذكية لاسلكية
2. العمل البينـــي (Inter working) بين الشبكات
3. البدالات المتنقلة
4. الانتشار الأسرع في خدمات جديدة متنوعة

إن البدالة القابلة للبرمجة هي حاسوب متعدد الأغراض. يطور الهاتف الحاسوبـــي (CT) البدالة القابلة للبرمجة للأسباب التالية:

1. إمكانية التوسع والتدرج (scalability) وبنية/تقانة عصريتان
2. يمكنها النمو مع تقانة الحاسوب
3. يمكن للبرمجيات والعتاد أن يكونا أقل كلفة علاوة على قدرة أكثر
4. يخلق المعيار المفتوح (open) دعم باعة متعددين لأفضل أسعار وخدمات

2.10.7 تنوع التطبيق

إن منـــزلة سوق الهاتف الحاسوبـــي الحالي معقدة وذات قاعدة عريضة فهو يتضمن

تنوعاً واسعاً لأجهزة محددة التطبيق مثل منظومات أداء صوتـــي فعالة بينياً (IVR: Interactive Voice Response) ومنظومات البريد الصوتـــي (voice mail) وطرق بوابة (gateways) صوتية لبريد إلكترونـــي ومخدمات فاكس، وبدالات (PBX: Private Branch Exchange and CO: Central Office) (بدالة فرع خاص وبدالة مكتب مركزي)، وموزعات مكالمة آلية، ومرقمون تنبئيون (predictive dialers). يزداد تعقيد متزلة سوق الهاتف الحاسوبـــي بالحاجة لجهاز مُستخدِم يكامل هذه الأجهزة مع منظومات معتمدة على حاسوب مضيف host-based ومنظومات مخدم – زبون ومنظومات حاسوب مكتبـــي (desktop).

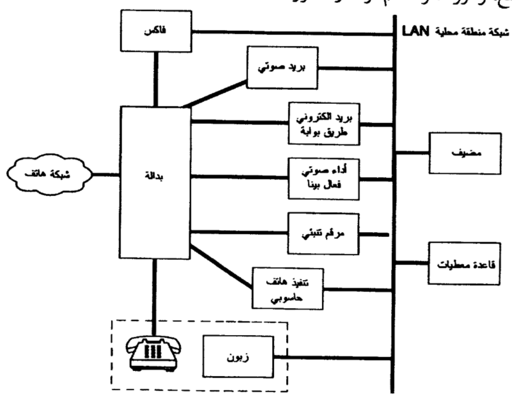
إن الخدمات قيد التحسين كما أن خدمات جديدة تستخدم تقانات بازغة مثل ضغط وتمديد الصوت، وموديمات المعطيات /الفاكس/ الصوت، ومواءمات للهواتف المكتبية وأجهزة ضعف السمع، والهواتف ذات اعتمادية الشاشة screen-based. غدا مشروع شبكات هاتفية ذات هاتف حاسوبـــي مضاف معقداً جداً لفهمه، وإدارته، أو إعداده كما هو متوقع، كما أن الازدواجية تزيد من كلفة التنفيذ والخدمة. يبين الشكل رقم (12.7) شبكة محتملة.

3.10.7 الربط البينـــي وقابلية التشغيل البينية (Interconnection and Interoperability)

ولد تعقيد الهاتف الحاسوبـــي ربطاً بينياً هائلاً ومسائل قابلية تشغبل بينية وأدى لتباطؤ نمو سوق الهاتف الحاسوبـــي بصورة مثيرة. يريد مطورو البرمجيات استحداث تطبيقات متكاملة بضم المزايا، والخدمات والتقنيات، وفق الضرورة، دون اعتبار للمورد، والبائع، والتقانة، أو مصدر الصناعة. استحدثت قوى السوق الحاجة لمجموعة اتفاقات على كثير من مسائل الأعمال البينية (Inter working)، واتفاقات تسمح للزبون اختيار أي عتاد، وأي منصة (platform) وأي تطبيق مع وضعها معاً لبناء خدمات جديدة واتفاقات تسمح للمستخدمين التمتع بإنجازات مباشرة وتجنب ازدواجية العتاد والخدمات والإدارة.

قابلية التشغيل البينية حاسمة لنمو السوق نظراً لأنها تعرض إنتاجاً قليل الكلفة أسهل في التركيب والصيانة، وأسرع إلى السوق، وتوفر خيارات أكثر للزبائن والموردين. وهكذا يجب

على تنفيذ الهاتف الحاسوبـــي مخاطبة خمسة عوامل، الأجزاء المستقلة (modularity) وقابلية التوسع، والمرونة، والحسم، وتشارك المورد.



الشكل 12.7: بنية شبكة هاتف حاسوبـــي

4.10.7 تطور الهاتف الحاسوبـــي (CT Evolution)

يمكن تقسيم تطور الهاتف الحاسوبـــي إلى سوق وتقانة:

1. أتـــى تطور سوق الهاتف الحاسوبـــي من تطبيقات مراسلة [أداء صوتـــي فعال بينياً (IVR) وفاكس وخدمات تراسل صوتية، ومخدم وسط (media server)] إلى تطبيقات تبديل (switching) [مركز مكالمة، وإتمام مكالمة، وتبديل switching لاسلكي، وتكامل تبديل مفتوح (open) وBCP]

2. أتـــى نشوء تقانة الهاتف الحاسوبـــي من تطبيقات عتاد (صوت، فاكس، تكامل PBX، API* متعدد الوسط) إلى تطبيقات برمجيات [نمط نقل غير متزامن (ATM)، وإدخال

---

* API: Application Programming Interface.

ساخن، ومواءمة لاسلكية، وميزة المؤتمر (conferencing)، وموارد حركية (dynamic)، وسط، ومواءمة برمجة تطبيقات تبديل (switching) [API: Application Programming Interface]

5.10.7 الحاسوب الواجب استخدامه UNIX أو PC

1. يهيمن الـ(UNIX) على منظومات كبيرة للهاتف الحاسوبي. فهو ناضج ومستقر وله قدرة معالجة أعلى بتعددية المعالج، وتعددية الوظائف، وتحمل (تسامح tolerence) للأعطال. إن الـUNIX حاسوب رائج في صناعة الاتصالات.
2. يركز الحاسوب الشخصي PC (Windows NT) على منظومات صغيرة إلى متوسطة وهو يبدأ بالتقاط السرعة على قدرات المعالج وزيادة السعة على تعددية الوظائف والوفرة (redundancy). إن المخدم متعدد المعالج Windows NT سريع وكلفته أقل. إن الحاسوب الشخصي سهل وبسيط التركيب وذو مزايا مطورة. قد يكون منظومة المستقبل. إن للهاتف الحاسوبي عدة تطبيقات بازغة قليلة المخاطرة عالية الإمكانيات (high potential). يركز تطوير البنية التحتية للهاتف الحاسوبي على البنية الموزعة (distributed) لمناطق مشتركيها قلة (50 إلى 250 ألف)، وليس لمنظومات عالية السعة.

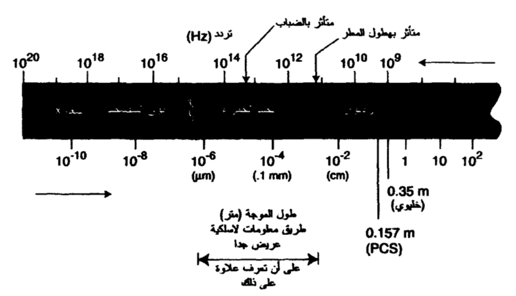
إن للهاتف الحاسوبي مسار تطور لتطبيق بدالة نواة متعددة الوسط (multimedia) باعتبار أن خدمات الاتصالات اللاسلكية والهاتف الحاسوبي ستبزغ لا محالة مستقبلاً. هناك كثير من المسائل سوف يحتاج تطبيق الهاتف الحاسوبي لحلها لتفي بمتطلبات الشبكة اللاسلكية.

11.7 اتصالات الأشعة تحت الحمراء/الموجة الميليمترية لأجل معطيات عالية السرعة

موجة الأشعة تحت الحمراء (IR) ضوء غير مرئي يمكن توليدها إما بالليزر أو بالثنائي المشع للضوء (LED: Light Emitting Diode) واستقبالها بكاشف ضوئي (PD: Photo Detector) وإن لها خسارة انتشار أعلى من الموجة الكهرطيسية (EM). استطاع جهاز ليزر عالي القدرة الانتشار لمسافة تقترب من (1) ميل عام 1998. لكن يمكن استخدامه فقط تحت

ظروف توفر خط النظر. لهذا لم نعر الاهتمام لهذا الطيف. وصل الآن عصر المعلومات اللاسلكية. فهو يحتاج نقل معطيات عالية السرعة (5 ميغابت/ثا وأعلى) مع منظومة عالية السعة لخدمة حركة كبيرة الحجم لذا نحتاج إلى عرض نطاق ضخم. فقط الموجة الميليمترية أو الأشعة تحت الحمراء قادرتان على توفير مثل عرض النطاق الضخم. يبين الشكل رقم (13.7) طيف الأشعة تحت الحمراء والميليمترية. بدأ تطبيق الأشعة تحت الحمراء والموجة الميليمترية جلب الانتباه. يمكن توليد الموجة الميليمترية باستخدام إما ثنائي (Gunn) أو ثنائي (Impatt) كما يمكن استقبالها بثنائي (PIN).

إن للموجة الميليمترية خصائص انعكاس وانعراج (diffraction)، يمكن استخدامها لاستقبال إشارات في ظروف متعددة المسار، لكن موجة الأشعة تحت الحمراء لا تفعل ذلك. وبدلاً عن ذلك إن على إرسال الأشعة تحت الحمراء أن يولد اصطناعياً تعدد المسار باستخدام تقانة نقل الانتثار (diffusion). إن إرسال الإنتثار ممكن الاستخدام خارج حالة خط النظر.



الشكل 13.7: طيف الأشعة تحت الحمراء والموجة الميليمترية

إن للموجة الميليمترية اختراقاً كبيراً عبر الضباب لكنها تعاني اضمحلالاً كبيراً عبر هطول المطر. الأشعة تحت الحمراء بعكس ذلك تماماً إذ بإمكانها اختراق هطول المطر وليس الضباب كما سبق وتم توضيح ذلك في المقطع (12.5). باعتبار أن لكلا الموجتين عرض نطاق

كبير، بإمكاننا تصميم جهاز استقبال تنوعي (diversity) مزدوج الوسط (a dual medium) واستقبال نفس المعلومات على كلا الموجتين. بالإمكان استقبال الموجة المليمترية أثناء الضباب واستقبال موجة الأشعة تحت الحمراء أثناء هطول المطر.

إن بالإمكان استخدام الوصلة تحت الحمراء/المليمترية ضمن مدى مائة متر كي يمكن الحصول على وثوقية عالية. لهذا السبب فإن وصلة الأشعة تحت الحمراء/المليمترية ستكون مستقبلاً الجزء اللاسلكي من المنظومة الهجينة. والجزء الآخر سيكون وصلة الليف الضوئي لمنظومة الخط السلكي. مع ذلك وفي معظم الحالات يستخدم الناس الصوت فقط ضمن عربة ولا يستخدمون نقل المعطيات العالية. لهذا السبب أمكن للنطاق (2-3.5) غيغاهرتز أن يكون من أجل ظروف قابلية التنقل (mobility). إن بالإمكان استخدام الطيف من 5 إلى 7 غيغاهرتز لظروف الترحال. إن الأمواج تحت الحمراء/المليمترية أكثر فائدة لنقل المعطيات فائقة السرعة (Suprer speed)

12.7 ترميز تربو (Turbo)[10]

يتولد ترميز Turbo من عائلة تراميز اللف (Convolutional) وقد استخدم لأجل بيئات ضجيجية. إن بالإمكان استخدام ترميز turbo لإرسال معطيات CDMA عالية السرعة نظراً لأن قناة الـــCDMA أقرب إلى الضجيج الغاوسي المعقد (complex) في بيئة خفوت متعدد المسار. يوفر ترميز تربو turbo أداء سعة قناة بالقرب من حد شانون (shannon). يزيد هذا الترميز أداء تصحيح الخطأ الأمامي (FEC: Forward Error Correction) بإضافة زيادة متوسطة التعقيد في مفكك الترميز. وجد ربح ترميز قدره (2) ديسيبيل أعلى من ترميز اللف. كلما ازداد طول حجم إطار المشابك (Interleaver)، كلما تحسن الأداء. لكن مسبب التأخير (delay cause) يغدو أطول. ولهذا إن الترميز التوربينـــي مناسب للارسال في غير الزمن الحقيقي مثل المعطيات، لكن ليس له ميزة بالنسبة للإرسال الصوتي. يتوضع المرمز التوربينـــي في طرف الإرسال. بينما يتوضع مفكك ترميز تربو في طرف الاستقبال.

1.12.7 مرمز توربينـــي (Turbo)

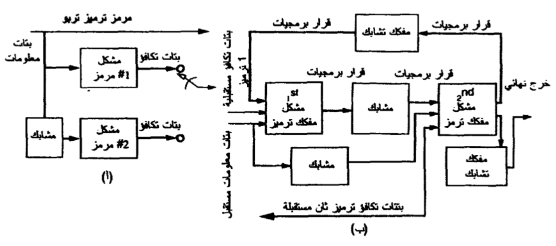
يتكون من ترميزي لف تكراريين (recursive) نظاميين، هما ترميزان مشكّلان (constituent) أول وثان يعملان على التوازي. يسبق مشابك (Inter Leaver) مرمز اللف

التكراري الثاني، كما هو مبين في الشكل رقم (14.7 آ). إن تخطيط تشابك نمطي الجيل الثالث، الـــWCDMA والــــcdma 2000 مختلفان.

2.12.7 مفكك ترميز توربينـــي

يستقبل مفكك الترميز الأول البتات النظامية (systematic) وبتتات التكافؤ (parity) من مشكل الترميز الأول كما هو مبين في الشكل (14.7 ب). يستقبل مفكك الترميز الثانـــي بتتات التكافؤ من المشكل الثانـــي ويحسن الأداء على القيم الترجيحية (likelihood) لقرار - برمجيات (soft – decision). يمكن تكرار العملية عدة مرات، كما هو مبين في مسار العودة في الشكل رقم (14.7 ب).

تحسِّن عملية التكرار الأداء، لكن المقابل (Trade-off) هو في الأداء المتأخر. وإن الترميز التوربينـــي مقبول للاستخدام في معيار الجيل الثالث العالمي حيث المعطيات عالية السرعة مطلب عصر المعلومات اللاسلكي وترميز تربو قادر على تحقيق هذا المطلب إلى حد كبير.



الشكل 14.7: (آ) مرمز ترميز تربو أساسي (ب) مفكك ترميز تربو أساسي

13.7 هل يمكن استخدام تنضيد تقسيم الموجة(WDM) في الراديو المتنقل؟

لا يمكن استخدام تنضيد تقسيم الموجة WDM: Wavelength Division Multiplex في الراديو المتنقل. نشرح هنا أولاً نظرية الـــWDM. يبدي الليف الضوئي السيليكا (silica) خسارة منخفضة في المجال العريض لطول الموجة 0.8 إلى 1.6 ميكرومتر. وجد العلماء

استخداماً كفءً بهذه الخسارة المنخفضة، لكن بأنبوب إرسال ذي نطاق طول موجة ضخم. يمكن إرسال إشارات ضوئية متعددة على أطوال موجة مختلفة عبر ليف ضوئي مفرد. إن لارسال الـ(WDM) مركبتين لا يمكن الاستغناء عنهما: المنضد ومفكك التنضيد.

1. ينضد منضد تقسيم طول الموجة عند طرف الإرسال عدة إشارات بأطوال موجة مختلفة على ليف ضوئي مفرد.
2. يؤدي مفكك تنضيد طول الموجة عكس الوظيفة، هناك ثلاث تقنيات شائعة كما هو مبين في الشكل (15.7).

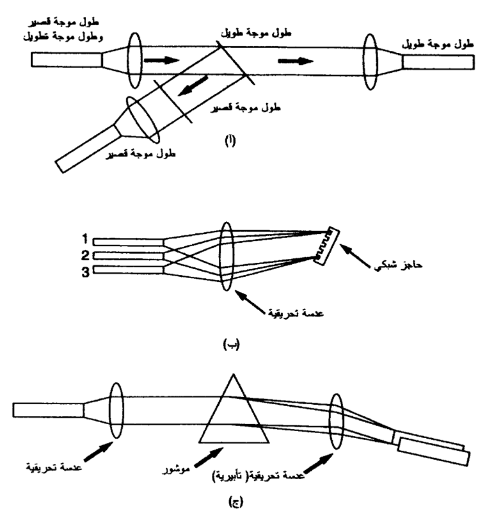
آ- باستخدام مرشح (مرور عالي) طول موجة قصير ومرشح مرور منخفض طول موجة طويل لفصل الضوء إلى مركبات طول موجة مرتَّبة (respective).

ب- استقبال وإمرار حزم الضوء على التوازي عبر إنعراج (defraction) ثم عبر حاجز شبكي (grating). بعد ذلك يذهب الضوء من الحاجز الشبكي في اتجاهات مختلفة. يقابل ذلك الحزم المنفصلة بإشارات ذات أطوال موجات مختلفة.

ج- إمرار الضوء عبر موشور. تختلف زاوية الانكسار حسب أطوال الموجة المختلفة مما يتيح إجراء عملية فك التنضيد.

إن أجهزة الـWDM صغيرة للغاية، أقل من ربع البنس (1/12 من الشلن الإنكليزي). لا تستطيع تقانة الـWDM العمل على التردد الطيفي للراديو المتنقل. إن طول موجة التردد الراديوي المتنقل طويل جداً (800 ميغاهرتز إلى 3 غيغاهرتز). فالموشور سيكون كبيراً جداً لبنائه في الوصلة الراديوية مما يجعله غير عملي. فوق ذلك، في ظروف اتصالات لاسلكية، إن خسارة الانتشار الفادحة والعواكس الكبيرة غير العملية تمنع تقانة الـWDM.

نستخدم عادة بالاستفادة من خواص الموجة الكهرطيسية استقطاباً مختلفاً (موجات) لحمل إشارات مختلفة، يدعى تنضيد تقسيم استقطاب (PDM: Polarisation Division Multiplexing) ويمكننا إرسال ثمانية إشارات على ثمانية استقطاب مختلفة كما هو مبين في الشكل رقم (16.7). بعد ذلك يمكننا القول بأن تقانة الـWDM المستخدمة في الليف الضوئي مشابهة لتقانة الـPDM المستخدمة في الاتصالات اللاسلكية.

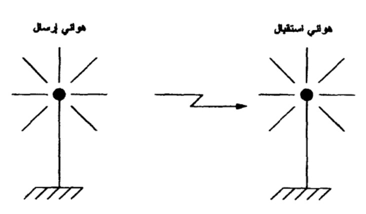


الشكل 15.7: بناء جهاز WDM (آ) نوع المرشح (المصفي) (ب) نوع الحاجز الشبكي (ج) نوع الموشور

14.7 ملاحظات على المسويات Equalizers

تستخدم المسويات لحذف أمواج تعدد المسار في فترات ممتدة لتأخير زمنـــي محددة (delay spread) لدى المستقبل المتنقل. تعمل الموجات متعددة المسار بالصدى. إذا كان بالإمكان حذف جميع الصدى فإن بإمكان فترة البتتان أن تكون أقصر ومعدل البت أعلى وهو الغرض من استخدام المسويات. لكن على المسوي أن يحذف أمواج تعدد المسار الواردة في الوقت الصحيح. إذا فقد التوقيت فليس بالإمكان حذف أمواج تعدد المسار كما أن ضجيجاً إضافياً يضاف.

إضافة لذلك قد ينجز المسوي ثلاث إلى أربع تفريعات (taps) فقط ويعالج فترة ثلاثة إلى أربعة رموز (symbols). إذا كان وصول أمواج تعدد المسار بزمن أطول من الفترة المحددة فإن التأخير الممتد سوف يستمر بمداخلة الإشارة. لهذا فإن استخدام المسوي ليس حلاً كاملاً (مثالياً). ويمكن تطبيق ثلاث طرق لحذف المسوي:



الشكل 16.7: استخدام استقطاب ثماني للإرسال والاستقبال

1. استخدام حالة تعديل عالي المستوى مثل 16، 32، أو 64 (QAM) (تعديل مطالي متعامد) وذلك لتقليل معدل الرموز مع المحافظة على معدل بت عالي. لكن الـQAM ليس تعديلاً بغلاف ثابت يمكن استخدامه في ظروف تعدد المسار (أنظر المقطع 3.3). يمكن استخدام التعديل QAM في ظروف لاسلكية ثابتة عندما يستقبل المرسل/مستقبل (Transceiver) عند النهايتين إشارات بدون خفوت أو عندما تكون المحطة المتنقلة قريبة من محطة القاعدة.
2. استخدام هوائيات موجهة عند أو كلا الطرفين لحذف أمواج تعدد المسار. بالإمكان تخفيض امتداد تأخير الزمن وبالإمكان زيادة معدل إرسال المعطيات بهذا الإنجاز.
3. استخدام طرق التنوع عند طرفية واحدة أو كلاهما لتنعيم خفوت الإشارة. تقل أثناء ذلك فترة امتداد تأخير الزمن في الإشارة المستقبلة المضمومة التنوع. يقل من أجل مستقبل تنوعي ذي (M) فرعة امتداد تأخير الزمن Δ_t كما يلي/11/:

$$\Delta_t = \frac{\Delta}{M}$$

حيث أن Δ هو امتداد تأخير زمن إشارة خفوت بسيطة. سوف يزداد معدل إرسال مستقبل تنوعي من (M) فرعة بمقدار (M) مرة مقارنة بمعدل مستقبل ذي فرعة واحدة.

15.7 طريقة تنوع إرسال

إن طريقة تنوع الإرسال مطبقة لدى محطة القاعدة لزيادة السعة في الوصلة الأمامية.

1.15.7 فئتان - مع وبدون تغذية خلفية

1. لطرق الأنشوطة (العروة) المفتوحة بدون تغذية خلفية ثلاثة أنواع من طرق التنوع:

آ- تنوع إرسال متعامد (OTD: Orthogonal Transmitt Diversity). ترسل نفس المعلومات مع بتتات مرمزة مختلفة بإضافة صفات التعامد خارج هوائيات متعددة. يمكن تسميته بترميز فراغي - زمنـــي (أنظر المقطع 1.11.3). إن طريقة الـــOTD الأفضل من بين الطرق الثلاث للأنشوطة المفتوحة.

ب- تنوع إرسال مبدل - زمنياً (time-switched). سوف تبدل (تطبق) نفس المعلومات دورياً أو عشوائياً على هوائي إرسال.

ج- تنوع إرسال حامل متعدد (MCTD: Multi Carrier Transmit Diversity): سترسل نفس المعلومات بمجموعة فرعية من الحوامل متصلة مع هوائيات مفصولة عن بعضها فراغياً.

2. لطرق الأنشوطة المغلقة مع تغذية خلفية نوعان من طرق التنوع:

آ- تنوع إرسال مبدل (STD: Switched Transmit Diversity)

يستقبل الجهاز المتنقل الإشارة من هوائي محطة القاعدة الأقوى ويغذي المعلومات خلفياً إلى القاعدة.

ب- صفيف هوائي إرسال (TAA: Transmit Antenna Array): إن أوزان الصفيف (Array weights) مشتقة من قياسات المحطة المتنقلة على الوصلة الأمامية وتغذى خلفياً (fed back) لمحطة القاعدة، ترسل الهوائيات المتعددة بنفس الوقت (متلازمة) (coherently).

2.15.7 فوائد استخدام طريقة تنوع الإرسال

1. يكافح الخفوت السريع (رايلي Rayleigh) على الوصلة الأمامية. نظراً لأن لمستقبل تنوع محطة القاعدة هوائي - مزدوج فإن له تحسيناً معتبراً لسعة الوصلة الخلفية والمدى، تتوافق

(matches) هذه الطريقة مع سعة ومدى الوصلة الأمامية.

2. تحافظ على الكلفة منخفضة وعلى مقاسات صغيرة للجهاز المحمول باليد وتضع تنوع الإرسال عند محطة القاعدة لتحصيل ربح التنوع لدى مستقبل المحطة المتنقلة. من الصعب تحقيق تنوع الاستقبال بالجهاز المحمول باليد. أولاً لا يمكن تنفيذ مطلب فصل الهوائي بمقدار نصف طول موجة بالجهاز المحمول بسهولة نظراً لأن أبعاده تتناقص شيئاً فشيئاً. ثانياً، إن كلفة الحصول على مستقبل تنوعي في الجهاز المحمول عالية وتجعل مقاساته أكبر. لهذا السبب فإنه ليس الحل المرغوب فيه.

3. الاستفادة من الهوائي المزدوج القائم في محطة القاعدة: يستخدم الهوائي المزدوج القائم لأجل المستقبل التنوعي. إنّه لأمر اقتصادي جداً استخدام نفسَ البناء (structure) لتطبيق طرق تنوع الإرسال في محطة القاعدة.

3.15.7 القلق من استخدام هذه الطريقة

1. إنّ قاعدة الإبهام (thumb) في منظومات الاتصال اللاسلكية هو أنّ لا إرسال أي إشارة ما لم تكن ضرورية. إذا قسمت قدرة إرسال مفردة في هذه الحالة إلى قسمين تغذيان هوائيين، عندئذ تقل قدرة كل هوائي بمقدار (3) ديسيبل عما كانت عليه قبل التقسيم. بالمقابل لا يؤدي تنوع الاستقبال إلى البدء بمستوى قدرة أقل بمقدار (3) ديسيبل.

إذا أرسلت دفقتا البت المرمزتان تعامدياً، فإن بالإمكان تعويض خسارة القدرة المساوية لـــ(3) ديسيبل بواسطة ربح التنوع المتعامد الإضافي هذا.

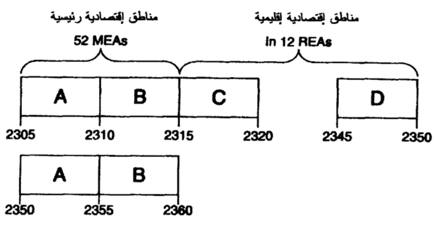
2. إن مستقبل المشط (rake receiver) ضروري في الجهاز المحمول باليد. في منظومة الـــ TDD يحل تنوع الإرسال لدى محطة القاعدة محل تنوع الاستقبال في الجهاز المحمول باليد كلياً. لكن في منظومة الـــFDD، على تنوع الإرسال في محطة القاعدة أن يظل باقياً مع مستقبل المشط في الجهاز المحمول.

3. أثبت تنوع الإرسال نجاعته في الظروف غير الظليلة (non shadow) حيث من المحتمل أن لا يثمن ربح التنوع، حيث يوفر تنوع الإرسال نفس أداء تنوع الاستقبال في الظروف الظليلية. نظراً لأن على الجهاز المحمول امتلاك مستقبل المشط لتأدية التنوع بكل الأحوال، فإننا لا نحتاج إلى تنوع الإرسال الذي يضيف كلفة وبدونِ أية فائدة.

WCS, LMDS, and MMDS 16.7

1.16.7 خدمات الاتصالات اللاسلكية (WCS: WIRELESS COMMUNICATION SERVICES)

خصص الطيف (2.3) غيغاهرتز لخدمات الاتصالات اللاسلكية المرخصة كما هو مبين في الشكل (17.7). النطاقان A وB نطاقان متزاوجان تم تشغيلهما في مناطق اقتصادية رئيسية (MEA: Major Economic Areas) كما هو مبين في الشكل رقم (18.7). والنطاقان C وD غير متزاوجان تم تشغيلهما في (12) منطقة اقتصادية إقليمية (REAs: Regional Economic Areas) كما هو مبين في الشكل رقم (18.7). توفر خدمات الاتصالات اللاسلكية الخدمات الثابتة (fixed) والمتنقلة (mobile) والرادار (RL) أو الاتصالات الساتلية الإذاعية وفي الأنشوطة اللاسلكية المحلية (WLL: Wirless Local Loop). إن طيف خدمات الاتصالات اللاسلكية (WCS) متلائم (consistent) مع الاتفاقات الدولية المتعلقة بتخصيصات الطيف. وهو أسفل النطاق الصناعي – العلمي – الطبـــي (ISM) (2.4) غيغاهرتز. إن فائدة استخدام هذا النطاق في أن التقنية الراديوية ناضجة فيه والكلفة فعالة جداً.



الشكل 17.7: خدمات اتصالات لاسلكية (WCS)

2.16.7 منظومة توزيع متعددة النقاط محلية (LMDS: LOCAL MULTIPOINT DISTRIBUTION SYSTEM)

تعمل منظومة الـــLMDS في كتلتـــي طيف:

1. الكتلة A لـLMDS

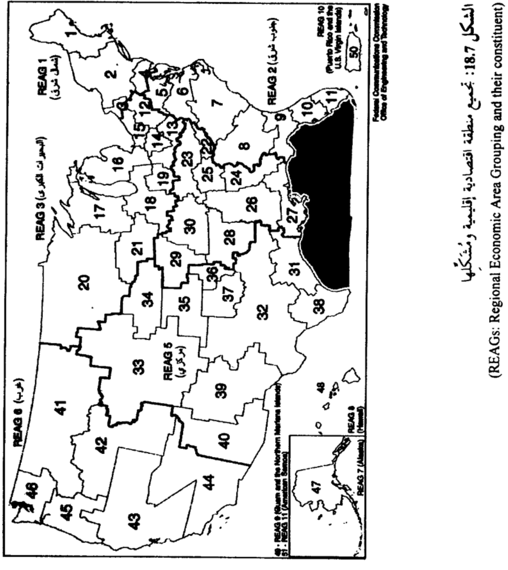
آ- 27.5-28.35 غيغاهرتز (عرض نطاق 850 ميغاهرتز)

ب- 29.10-29.25 غيغاهرتز (عرض نطاق 150 ميغاهرتز)

2. الكتلة B لـ(LMDS)

آ- 31.00-31.075 غيغاهرتز (عرض نطاق 75 ميغاهرتز)

ب- 32.225-32.300 غيغاهرتز (عرض نطاق 75 ميغاهرتز)



الشكل 18.7: تجميع منطقة اقتصادية إقليمية ومُشكِّلها

(REAGs: Regional Economic Area Grouping and their constituent)

إن طيف الـLMDS حوالي الـ(30) غيغاهرتز. يؤدي هطول المطر لاضمحلال الإشارة

في مجال هذا الطيف (أنظر المقطع 13.5). لهذا يستخدم لمسافة قصيرة (أي 100 متراً أو أقل). ونظراً لأن كلفة الوحدة الراديوية عالية نسبياً في مجال هذا الطيف فإن على الباعة إيجاد طريقة لإقناع المشغلين أو شركات الخط (السلكية) بأن الـــLMDS حل بإمكانه أن يكون فعالاً من وجهة نظر الكلفة.

3.16.7 خدمة التوزيع متعددة النقاط (MDS) وخدمة توزيع متعددة النقاط متعددة الأقنية (MMDS)

MDS: Multipoint Distribution Service and MMDS: Multichannel Multipoint Didtribution Service

تعمل خدمة الـــMDS عند التردد (2.1) غيغاهرتز. ولها قناتين بعرض نطاق 6 ميغاهرتز لكل منها. إن تخصيص الطيف اعتباراً من الـــMDS، والـــMMDS والخدمة الثابتة التلفزيونية التعليمية (ITFS: Instructional Television Fixed Service) مبين في الشكل (19.7).

إن للقدرة المشعة الفعالة (ERP) للخدمتين MDS وMMDS حد عند (2000) وات لكل قناة (6) ميغاهرتز. إن عرض النطاق الكلي للـــMDS هو (12) ميغاهرتز. و(66) ميغاهرتز للـــMMDS. تستخدم خدمة الـــMMDS من أجل الـــWLL كما يمكن استخدامها للانترنيت اللاسلكية ذات الاتجاهين.

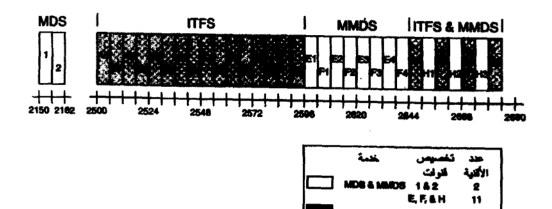
17.7 الفتح العلمي (Breakthrough) في مضخمات القدرة عريضة النطاق

إن الحصول على مضخم استطاعة عريض النطاق كان في الماضي صعباً جداً على الدوام بسبب خطية التضخيم (linearity of amplification). هناك ثلاثة طرق رئيسية مختلفة إحداهما تستخدم طريقة التوزيع المبينة في الشكل (20.7 آ). جميع المضخمات إما صنف (A) أو(AB) وهي مضخمات خطية. تستخدم الخطية لمنع التعديل البينـــي (IM: Inter Modulation). إن الخطية بين الدخل والخرج في مجال القدرة الديناميكي في الشكل رقم (20.7 آ) موسعة نظراً لأن كل عنصر يمثل قدرته في مجال مختلف. تتشارك الراديوات الأربعة باثنـــي عشر مضخماً في نمط خطي عريض، كما هو مبين في الشكل (20.7 آ). إذا تعطل أحد المضخمات الإثنـــي عشر فإن تأثيره على أداء التكبير الكلي يكون صغيراً جداً. طريقة أخرى مبينة في الشكل رقم (20.7 ب).إنها تستخدم طريقة الـــ TDM لتخفيف متطلبات

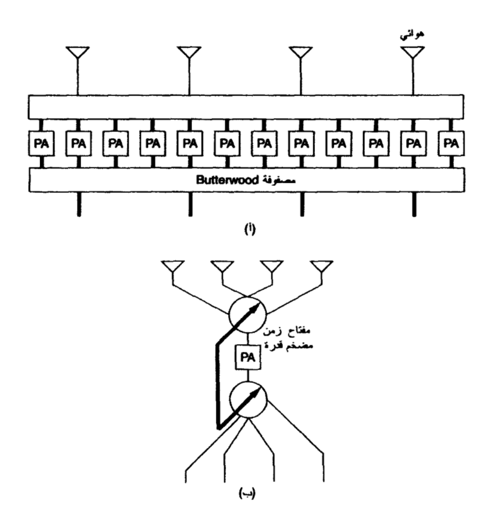
الخطية. تستخدم طريقة الـــTDM راديو واحد فعال خلال فترته الزمنية، وخلال تلك الفترة لا تتشارك في مضخم القدرة أية إشارة أخرى. لهذا لا يتولد أي تعديل بينـــي. في هذه الحالة يمكننا استخدام مضخم صنف C مفرد بقدرة عالية جداً. استخدمت الطريقة الثانية هذه من قبل شركة المقاولة Fugent/12/.

الطريقة الثالثة هي تطبيق التقانة القديمة، باستخدام صمام موجة راحلة (TWT: Traveling Wave Tube) للاتصالات الأرضية. إن الـــ(TWT) مضخم قدرة بكفاءة عالية وعمر طويل وقدرة مرتفعة. وهو مستخدم في السواتل وله الفوائد التالية:

1. إمكانية توليد قدرة ذروة عالية ووسطية. إن الهدف النهائي لـــ(Hughes TNT) هو (2000) وات ذروة و(200) وات متوسط. إن الـــTWT كفء جداً وله حوالي 20% قدرة خرج.
2. يمكن للخطية المنفذة بتطبيق تقنيات التغذية الأمامية أن تحقق انبساطاً مطالياً (flatness) قدره (±0.1) ديسيبل ضمن (50) ميغاهرتز وربح يتراوح من (40) إلى (50) ديسيبل في المجال الترددي (1.5 - 2.6) غيغاهرتز. التأخير المطلق أقل من (10) نانو ثانية. عندما تكون القدرة أقل من (100) وات، تنخفض كفاءة الجهاز صلب الحالة (solid state) إلى (20) بالمائة بينما تزداد بالنسبة للـــTWT إلى 20% عندما تكون قدرة الخرج أكبر من (100) وات. مع ذلك فإن ضرورة التبريد وحجم المكبر (package) تجعل من الـــTWT أقل جاذبية في الوقت الحاضر.



الشكل 19.7: تخصيص طيف الخدمات (ITFS, MMDS, MDS)



الشكل 20.7: (آ) ترتيبة موزعة (ب) ترتيبة تقسيم زمن

18.7 مراجع

1. OHG "Harmonization Framework Agreement", June 3, 1999, Bell Mobility Co., Ottawa, Canada.
2. ITU-T "Recommendation Q. !701 and its Supplement", Q. 170 (Framework for IMT-2000 Networks) has been identified a Q8/11, Rapporteur Meeting, Ottawa, September 8-17, 1999.
3. W. C. Y. Lee, "Can 3G Wireless Communications Systems Be Technically Excellent?" 1999 IMT 2000 3G Wireless Technology Conference, New Orleans, Louisiana, Feb. 10-12, 1999.

4. FCC Notice of Inquiry, "Inquiry Regarding Software Defined Radios," ET Docket No. 00-47, March 17, 2000.
5. W. C. Y. Lee, "How Smart is the Smart Antenna?" The Fifth Annual Workshop on Smart Antennas in Wireless Mobile Communications, Stanford University, July 23-24, 1998.
6. U. Black, *Foundation for Broadband Networks*, Prentice Hall, Englewoods Cliffs, New Jersey, 1995.
7. E. D. Kaplan, *Understanding GPS: Principles and Applications*, Artech House, Boston, 1996.
8. Steve Poisner, "Review of the GPS-Based E911 Technology" The Location Implementation Conference for Phase Z E911 Location Technology,San Francisco, CA, August 26-27, 1998.
9. Revision of the Commission's Rules to Ensure Compatibility with Enhanced 911 Emegency Calling Systems, CC Docket No. 94-102, Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking, 11 FCC Red 18676 (1996), 61 Fed. Reg. 40348, 40374 (1996) *(E911 First Report and Order) (E911 Second NPRM); Memorandum Openion and Order*, 12 FCC Red 22665 (1997), 63 Fed. Reg. 2631 (1998).
10. Steven S. Pietrobon, "Implementation and Performance of a Turbo/Map Decoder," *International Journal of Satellite Communications*, pp. 4-17, 1998.
11. W. C. Y. Lee, *Mobile Communications Engineering Theory and Application*, Second edition, McGrow-Hill, New York, 1993, pp. 391-392.
12. Fujant Product "Sampling Amplifier," Fujant, Carpenteria, CA.

الفصل الثامن

الانترنيت ومستقبل اللاسلكي

1.8 استعراض الانترنيت

1.1.8 تاريخ الانترنيت

بدأت الانترنيت أواخر الستينات من مشروع ARPANET لوكالة مشروع الأبحاث المتقدمة (ARPA: Advanced Research Project Agency) لبناء شبكة بدالة رزم. نما في عام 1970 مشروع ARPANET لدعم وزارة الدفاع وتنظيمات حكومية وأبحاث. استخدمت عبارة انترنيت لأول مرة (Internet) عام 1983 لوصف المفهوم. مولت المؤسسة العلمية الوطنية في عام 1985 (NSF: National Science Foundation) عدة مراكز حاسوبية ضخمة واستخدمت شبكة (ARPANET) ذات (56) كيلوبت/ثانية، دعيت شبكة (ARPANET) بـــ: NSFNET، من أجل وصلهم. سمحت NSF لأية حواسب جامعية أو إقليمية قادرة على الوصول لشبكة NSFNET بالتوصيل معها. كان ذلك بذرة الانترنيت كما نعرفها اليوم. منحت NSF في عام 1987 عقداً لـــMerit-Network Ins المتشاركة مع MCI

وIBM وجامعة ميتشيغان لتحديث وتشغيل العمود الفقري لـــNSFNET باستخدام خطوط مستأجرة (T1) بسرعة (1.5) ميغابت/ثا لربط ست شبكات إقليمية وخمسة مراكز حاسبات ضخمة قائمة ومواقع أخرى مثل مواقع جامعات. أقفلت في 24 تموز (يوليو) 1989 الشبكة القديمة (56) كيلوبت/ثا. اقترح بين عام (1988) إلى عام (1990) طاقم Merit/IBM/MCI وارتقى لعمود فقري ذي سرعة أعلى قدرها (45) ميغابت/ثا، والذي امتد إلى (16) ستة عشر موقعاً إقليمياً وارتبط مع (3500) شبكة. في عام 1993 قررت (NSF) الخروج من تجارة العمود الفقري والتمست عروضاً لبناء نقاط نفاذ شبكة يستطيع مشغلي (NAPs: Network Access Points) العمود الفقري التجاريين إجراء التوصيل البينـــي من خلالها. أنشئت عام 1994 أربعة NAPs. أقفلت شبكة (NSF) عام 1995 بصورة أساسية وغدت بنية الـــNAP هي الانترنيت.

2.1.8 بنية الانترنيت

الانترنيت شبكة بدالة رزم (A packed – switched Network). لشبكة بدالة الرزم الخصائص التالية:

1. لا يوجد ربط متواصل مفرد بين المرسل والمستقبل
2. إن دفق المعطيات مقسم إلى رزم بروتوكول انترنيت و تتضمن كل رزمة عنوانها. لهذا يرسل دفق المعطيات data stream دون إقامة ربط مكرس منذ البداية. ويحدد مسير (route) كل رزمة بصورة مستقلة ومن المحتمل أن يكون مسيراً مختلفاً. إذن إن منظومة بدالة رزم، منظومة بلا توصيل مغايرة لمنظومة بدالة – دارة هاتفية – a circuit) switched) والتـــي تقيم توصيلاً لكل مكالمة من المرسل إلى المستقبل وتكرس موارد لها (أنظر المقطع 7.7). ندعو شبكة بدالة رزم بأنها شبكة بلا توصيل لأنها لا تمتلك توصيلاً مكرساً. لا توفر الشبكات بلا توصيل كما هي اليوم جودة الخدمة (QOS: Quality of Service) مثل زمن الانتظار (التريث) Latency ومعدل التدفق (أو معدل الإنجاز (Throughput
3. يمكن للرزم أن تضيع، أو تتكرر أو تكون محرَّفة أو تصل بغير انتظام لوجهتها.

تتكون الانترنيت من تجهيزات (عتاد) (hardware) وبرمجيات (software) ووصلات (Links) والتـــي تؤمن للزبائن منصة قائمة في كل مكان لتأدية تطبيقات ومعلومات نفاذ. الكيانات الأساسية في الانترنيت هي الزبائن ومحددوا المسار (المسيِّرات routers) والبوابات (Gateway) كما هو مبين في الشكل (1.8)

1. الزبون بصورة عامة تطبق على جهاز المستخدم. كحاسب يُسَهِّل إقامة إما اتصال أو جلسات معلومات مع مستخدمين أو تطبيقات أخرى. إن مستطلع شبكة (Netscape) مثال على زبون
2. المخدم عبارة عن مجموعة من التجهيزات والبرمجيات التـــي تلبـــي طلب زبون للمعلومات والاتصال. إن خدمات تسعير (quote) وأسهم وأوراق مالية ومخزون (Yahoo) أمثلة على تطبيق مخدم (server)
3. محدد المسار (المسيِّر router) جهاز يسيِّر الحركة بين مختلف الشبكات [مثال من شبكة مؤسسة تجارية (enterprise) إلى شبكة مخدم خدمة انترنيت ISP: Internet Service) [Provider)
4. طريق بوابة أو (البوابة) (gateway): كيان يحول بصورة عامة الحركة من شبكة من نوع

ما إلى شبكة من نوع آخر (مثال من إشارات هاتفية تقليدية إلى رزم بروتوكول انترنيت لمهاتفة عبر الانترنيت) تتعامل وظيفية المسير مع بوابات متعددة

5. نقطة نفاذ شبكة (NAP: Network Access Point) توصل مشغلي العمود الفقري التجاري بينياً.

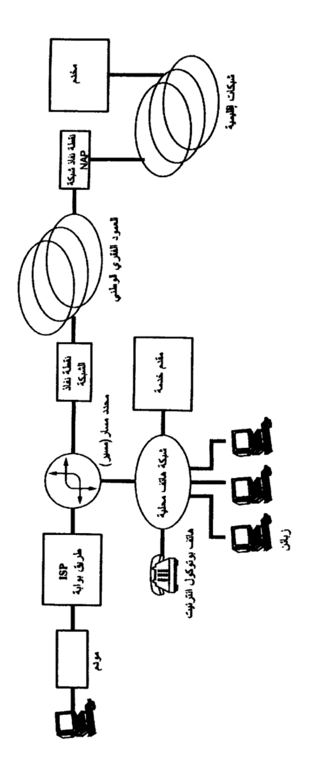
3.1.8 بروتوكول تحكم إرسال/بروتوكول انترنيت TCP/IP [TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol]

الـTCP/IP هو منصة التقانة للانترنيت. ليس للانترنيت توصيلاً مستمراً واحداً بين المرسل والمستقبل. يتم تقسيم المعطيات إلى رزم لكل منها ترويسة عنوان. يتم تسيير كل رزمة باستقلالية عن الأخرى عبر مسارات مختلفة ممكنة وهو أمر مغاير لمنظومة بدالة الدارة الهاتفية التـي تقيم توصيلة محددة وتكرس جزءاً من الشبكة لكل مكالمة. إن شبكات الـ (IP) شبكات بلا توصيل. يمكن لرزم في الشبكات بلا توصيل أن تضيع أو تتكرر أو تُحرَّف أو تصل بدون انتظام إلى وجهتها. هناك بروتوكولي طبقة معالجة. الطبقة (3) والطبقة (4) (أنظر المقطع 2.8)

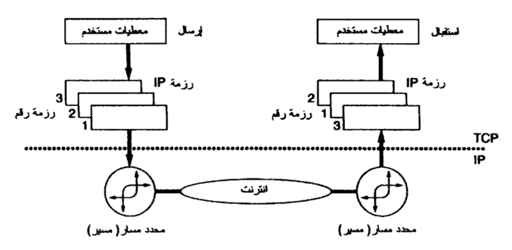
بروتوكول الانترنيت The Internet Protocol (IP): تحوِّل معطيات المستخدم إلى رزم بروتوكول الانترنيت. يتيح بروتوكول الانترنيت لمحددات المسار (للمسيِّرات routers) وعلى الطريق عبر الشبكة إرسال الرزم إلى المكان الصحيح المقصود (right destination). إنه توريد بأفضل جهد، ويمكن للرزم أن تفقد خلال الطريق. يمكن لعرض النطاق العريض للشبكة (في الكابل الضوئي) تقليل فقد الرزم في شبكة الانترنيت على الخط السلكي. يستخدم بروتوكول الانترنيت هذا الطبقة الثالثة أي طبقة الشبكة.

بروتوكول تحكم الإرسال (النقل) (TCP: Transmission Control Protocol): يضاف لكل رزمة بروتوكول انترنيت ترويسة تحتوي على معرِّف رزمة وجمع اختبار (checksum) والمصدر وعنوان وجهة بروتوكول الانترنيت. إن الـTCP طبقة التطبيق أو الطبقة (4). يحسب في طرف الاستقبال جمع الاختبار لكل مجموعة معطيات كما يتم تعقب معرِّف الرزمة.إن جمع الاختبار قيمة محسوبة تعتمد بالنهاية على مواصفات مجموعة معطيات معينة ويتبدل جمع الاختبار إذا تبدلت المعطيات. يتم طلب إرسال الرزم إذا فقدت أو

حرّفت. يعاد تجميع الرزم المستقبلة إلى شكل المعطيات الأصلي حالما يتم استقبالها بشكل صحيح.



الشكل 1.8: بنية الانترنيت، شاملة التجهيزات والبرمجيات ووصلات الاتصالات



الشكل 2.8: طبقات تعامل البروتوكول

توصيل الـــTCP: على تطبيق شبكة أن يعرِّف غالباً نقاط النهاية للتوصيل التـــي تستقبل المعطيات عبر توصيل ما على الشبكة. إذا احتاج تطبيق جارٍ على شبكة إرسال ملف إلى مخدمه البعيد، تحتاج البروتوكولات المستحضرة (invoked) من قبل التطبيق لأن تكون مشكلة (formatted)(موضبه) للمعطيات وفق المواصفات. يجب إدارة كل نقل معطيات بين نقاط نهاية شبكة بإحكام وفقاً لبروتوكولات شبكة قابلة للتشغيل بينياً مثل (TCP)، وبروتوكول حزم معطيات المستخدم (UDP: User Datagram Protocol) أو بروتوكول نقل الزمن الحقيقي (RTP: Real Time Protocol). يتعامل الأخيران مع معطيات زمن حقيقي كالصوت ومعطيات الأسبقية.

العنونة في الانترنيت Addressing in the Internet: العنونة في شبكة الانترنيت مختلفة عن العنونة في شبكة الاتصالات. يعطى كل جهاز في شبكة الانترنيت عنوان بروتوكول انترنيت وهو رقم مؤلف من (32) بت في بروتوكول الانترنيت المنجز الحالي [الإصدار 4 لبروتوكول انترنيت (IPV4: Internet Protocol Version 4)]. يخصص عادة لجهاز أو مستخدم ما عنوان على شكل نص مجرد، بمراتب متسلسلة (hierachy) لمجالات (domains) مع اسم للاحتفاظ بمسلك مزاملة بين عنوان بروتوكول الانترنيت والأسماء. (انظر الشكل 3.8)

إن مجالات مستوى القمة في الولايات المتحدة هي:

com لمؤسسات تجارية

gov لمؤسسات حكومية

edu لمؤسسات تعليمية

net لشبكة (مثال شبكة مقدم خدمة انترنيت ISP: Internet Service Provider)

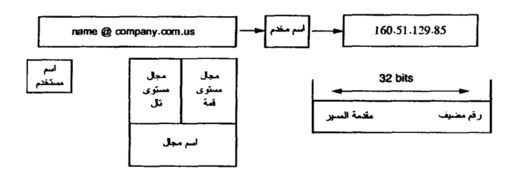
إن المجالات الدولية هي:

au لاستراليا

uk للمملكة المتحدة

in للهند

us للولايات المتحدة



الشكل 3.8: العنونة في شبكة انترنيت

يُعَرِّف مجال المستوى التالي مؤسسة محددة وحاسباً مضيفاً ضمن مجال المستوى الأعلى. يعَرِّج الحاسب المضيف على اسم المستخدم ويزود المستخدم بمعلومات. يجب أن يكون لكافة كيانات الاتصال على الانترنيت عنوان بروتوكول انترنيت (IP). يشمل هذا الهواتف النقالة والطرفيات. عندما تكون موصولة مع الانترنيت، إذ يتوجب عليها امتلاك عناويناً. يخصص من أجل جهاز غير متصل بصفة دائمة مع الانترنيت [مثال جهاز معطيات متنقل ترقيمي* (dial up)]، عنوان انترنيت بصفة مؤقتة من مجموعة عناوين لفترة الوصل.

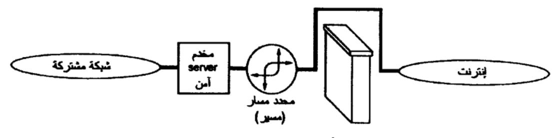
4.1.8 أمن الانترنيت

يغدو أمن النفاذ والعمليات المنجزة على الانترنيت عصيباً كلما ازداد الاستخدام التجاري

*. الجهاز الترقيمي: هو الجهاز المزود برقم مثل قرص الهاتف يستخدم لإقامة الاتصال

عليها. تتم حماية الشبكات المتحدة والخدمات البنكية وخدمات الأسهم والأوراق المالية الخ...بصورة عامة من هجوم مؤذ باستخدام الجدران النارية (Fire walls). الجدار الناري عبارة عن مجموعة تجهيزات وبرمجيات. يبين الشكل رقم (4.8) جداراً نارياً نوعياً يحوي ما يلي:

1. مخدم آمن (secure) وهو نقطة التماس الأولية للتوصيلات من الانترنيت لخدمة التوثيق (التحقق) (Authentication) ولحماية سرية وتكاملية العمليات مثل المصرفية ومدفوعات بطاقة الائتمان (credit) واستقبال البريد الإلكتروني ونفاذ قاعدة معطيات مشتركة. يعالج المخدم أيضاً أية طلبات من الشبكة المشتركة الداخلية للانترنيت مثل تصفح الشبكة (النسيج) (web) أو تنزيل حمل الملفات (downloading). يمكن استخدامه لربط (log) حركة (traffic) الانترنيت بين الشبكة المشتركة الداخلية والانترنيت وتنزيل أحمال (downloads) لمستوى كل عنوان بروتوكول انترنيت جرى النفاذ إليه ومعطيات ووقت النفاذ وعدد البايت الذي تم تنزيل حمله وهكذا



الشكل 4.8:مفهوم الجدار الناري

2. يفحص المسير(router) ترويسات الرزمة ويسمح فقط لأنواع معينة من الرزم بإرسالها أو استقبالها ويمنع الرزم الأخرى.
3. بالإضافة إلى النقطة الأولية لاختبار السرية مثل المخدم الآمن المذكور في البند 1 تستخدم بروتوكولات عمليات إلكترونية آمنة للتحقق (Authenticate) وحماية السرية وتكاملية العمليات مثل المصرفية ومدفوعات بطاقة الائتمان على الانترنيت

2.8 مستقبل شبكات بروتوكول الانترنيت

1.2.8 معايير شبكة بروتوكول الانترنيت

تتطور معايير شبكة بروتوكول الانترنيت لدعم النمو طويل الأمد والجودة والفوترة وقابلية التنقل(mobility). ليس للانترنيت اللاسلكية عرض نطاق كاف (وصلة هوائية Air Link) في المنظومة. لهذا السبب يمكن لمنظومة الانترنيت الحالية بلا توصيل (connectionless) بإرسال الرزم، أن تتسبب في زمن انتظار طويل وضياع رزمة إذا استخدمت المنظومة كمنظومة متنقلة لاسلكية، عندها سيحتاج معيار شبكة بروتوكول الانترنت لأن يعدل

النمو طويل الأمد

1. إن عناوين بروتوكول الانترنيت سلعة نادرة فالنمو السريع للإنترنيت يستنفذ حيز العنوان الرقمي بسرعة. تتسع زيادة عدد البتتات للعنونة من (32) إلى (128) في الإصدار رقم 6 (IP version 6) لبروتوكول الانترنيت لحيز عنوان أكبر بكثير. إلى جانب ذلك يدعم IPv6 انتقالاً لطيفاً من الـــIPv4 وكذلك تشكيلاً آلياً للشبكة بامتلاك إمكانية توصيل وتشغيل (plug and play). يمكن للتشكيل الآلي للشبكة كشف أي من الأجهزة والتطبيقات تم وصلها أو فصلها من الشبكة. إن IPV6 قيد الترويج في صناعة شبكة بروتوكول الانترنيت.
2. قد لا تحقق الانترنيت اليوم حاجات المستقبل بسبب النمو السريع لها. بدأ تطوير الجيل الثانـــي للانترنيت المسمى الانترنيت -2. تتألف مجموعة تطوير انترنيت-2 من جامعات رئيسية ووكلاء حكومة. إن هدف الانترنيت-2 هو تطوير شبكة كبيرة الحجم وعالية الاستخدام.
3. ستغدو الانترنيت اللاسلكية اتجاهاً ساخناً. ستحل شبكة بروتوكول الانترنيت اللاسلكية محل الشبكة التقليدية الحالية بعرض نطاق محدود. مع ذلك مسائل كثيرة تحتاج للحل مثل قابلية التنقل الترحالية، وقابلية التنقل المنقولة (mobilized mobility) وجودة الخدمة ...الخ. (انظر المقطع 4.8)

جودة الخدمة (QoS): هناك تقنيات متنوعة قيد التطوير والتحسين باستمرار لدعم تطبيقات بالزمن الحقيقي مثل الصوت على بروتوكول الانترنيت وإقامة مؤتمر تلفزيونـــي (video conferencing) على الانترنيت.تستخدم هذه التقنيات لتقليل زمن الانتظار والمحافظة على الجودة وهي تتضمن: (1) تخصيص أسبقيات مختلفة لأنواع مختلفةمن الحركة (traffic) (2) المحافظة على عرض نطاق أو سعة معالجة (أفضلية لأنواع معينة من التوصيلات) (3) دعم خطط أساليب موجهة السياسة لإعطاء أفضلية لأنواع مختلفة من المستخدمين والتطبيقات. (4) تحسين شكل ترويسة بروتوكول الانترنيت. يضع للتو مزيج من هذه التقنيات تترافق مع تصميم شبكة حصيف، مقاييس جودة هاتف الانترنيت ضمن التوجهات المحددة من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوثيق، والمفوّض، والمحاسبة (AAA) والفوترة [AAA: Authentication, Authorized, and Accounting]: إن الـــ (AAA) والفوترة ضروريتان بسبب الاستخدام المتنامي للانترنيت للأغراض التجارية. تطور جماعة (community) الانترنيت معايير لأجل الـــ(AAA). هناك عدة محددات مسار (مسيرات) تجارية متاحة قادرة على جمع معطيات محاسبة مفصلة لأغراض الفوترة. تعتنـــي وظيفة (AAA) في انترنيت الخط السلكي بالمحاسبة لكنها لا تمتلك وظيفة فوترة. إن وظيفة المحاسبة في الانترنيت اللاسلكية معقدة جداً ويجب أن تكون مفصولة عن (AAA). تحتاج وظيفة الفوترة في المنظومات اللاسلكية المتنقلة إلى تحديث (updating) مستمر وفقاً لطلب استراتيجية التسويق. لهذا يجب ضم المحاسبة والفوترة كمنفعة (utility) واحدة في المنظومات المتنقلة اللاسلكية.

قابلية التنقل *Mobility: يدعم معيار بروتوكول الانترنيت الحديث أجهزة متنقلة تنفذ إلى تطبيقات انترنيت. يشار إليها عموماً بقابلية (بمقدرة) بروتوكول انترنيت متنقلة. رغم أن بروتوكول الانترنيت المتنقل يهدف لدعم معطيات رزمة لقابلية التنقل الترحالية (nomadic

---

*. الخدمة المتنقلة: إقامة الاتصال أثناء الحركة والوقوف مع تبديل المكان.

تجوال الخدمة المتنقلة: هو الانتقال من موقع تغطية شبكة إلى موقع تغطية شبكة أخرى.

الترحال: هو تغيير الموقع ولكن الاتصال يتم من الثبات في الموقع الجديد.

(mobility مثل حواسب الحجرية (Lap Top) فإنها ستنطبق على قابلية التنقل المنقولة مثل إرسال معطيات (بيانات) خليوية. أيضاً بالإمكان تصور استخدامها لدعم الصوت المتنقل على حد سواء.

2.2.8 الصوت على بروتوكول الانترنيت (VoIP)

الجيل الأول للصوت على بروتوكول الانترنيت: تُستَخدم الانترنيت بصورة رئيسية للمعطيات (البيانات). وكان الـVoIP بشكل أساسي مفهوم استخدام الانترنيت لاتصالات الصوت. جلبت شركة (Vocal Tec Co) في عام 1995 الـVoIP لداخل دفق الانترنيت الرئيسي (mainstream) بتقديم رزمة (package) برمجيات زبون هاتفية للانترنيت تعمل على حواسب شخصية. أمكن لنتاج الجيل الأول للـ(VoIP) أن يستخدم فقط باتصالات حاسب شخصي لحاسب شخصي واستبعد أن يكون كلعبة هاوي لإجراء مكالمات هاتفية بعيدة مجانية للأسباب التالية:

1. احتاج المستخدمون في كل نهاية لحاسب متعدد الوسط (Multimedia) ومجهز ببطاقة صوت وميكروفون ومصوات.
2. احتاج الأمر لنفس البرمجيات في كلا النهايتين.
3. على مستخدَمي الطرفين أن يكونا على الخط لحظة بدء المكالمة.
4. كان يصرف زمن المكالمة بصورة رئيسية في تبديل وضعية التضخيم والضغط (compression) كي يتمكن الطرفان سماع بعضهما بشكل أفضل.

الجيل الثانـــي للصوت على بروتوكول الانترنيت: في عام 1996 قدمت مؤسسة (IDT Crop) تطوراً هاماً لخدمات (Net2 Phone) هاتفية سمحت بها لمستخدمي الانترنيت إجراء مكالمات صوتية لأي هاتف تقليدي في العالم. في عام 1997 قدمت (IDT) المهاتفة (Net2 Phone) المباشرة، سامحة للمكالمات الصوتية بين جهازي هاتف تقليديين بأن تمرر عبر الانترنيت بالتخلص من الحاجة لحاسب متعدد الوسائط وبرمجيات الزبون. قُدِّم في عام 1998 طوفان من الإنتاج الحديث الذي يدعم الـ(VoIP) مع التركيز على دعم التالي:

1. جودة خدمة محسنة (QoV).

2. وثوقية صنف حامل (carrier – class).

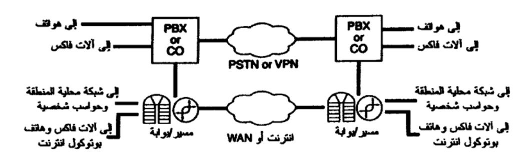
3. منظومات قابلة للتسلق لتطبيقات حامل.

تحليل مكالمة (VoIP) – جيل ثالث: تستقبل بوابة منشأ (origination) طلب منشأ مكالمة والأرقام المرقمة (dialed) من بدالة (PBX) أو من مكتب مركزي، لترجمتها إلى عنوان بروتوكول انترنيت لبوابة عبور وِجْهَة تدعم الرقم المطلوب وتتبادل المعلومات معه حول إجراء المكالمة. تحول بوابة عبور المنشأ (originating) الصوت التماثلي إلى إشارة رقمية بواسطة معالج إشارة رقمي (DSP)، يتولى ترميز الصوت وضغط الترويسة ورتل الأفضلية وتحديد المسار (التسيير) (routing). تخزن ذواكر بوابة عبور الوجهة مؤقتاً التتابعات (sequences) وتزيل الضغط (decompresses) وتفك الترميز وتحول إشارة دفق الرزمة إلى صوت يُسَلَّم إلى الهاتف المطلوب. يمكن توصيل بوابة عبور النفاذ مباشرة مع هواتف تقليدية وآلات فاكس أو هواتف بروتوكول انترنيت (أنظر المقطع 5.8).

جودة المكالمة على بروتوكول انترنيت VoIP: تعتمد جودة مكالمة VoIP على عاملين رئيسيين – التأخير وتبدلات التأخير. يُفسد التأخير الطويل المحادثة بـــ(1) أن يجعل المستمع يبدأ حديثه قبل انتهاء المرسل و(2) يولد صدى (سماع ذاتي) ملحوظاً ويصرف الانتباه (distracting). يشار لتبدل التأخير أيضاً بالارتعاش (Jitter) الذي يتسبب بفجوات في نمط الكلام يؤدي إلى كلام مرتعش. بسبب عرض النطاق المخصص للمكالمات الهاتفية في شبكة الدارة المبدلة الحالية فإن للشبكة تأخيراً ثابتاً وتبدلات تأخير قابلة للتنبؤ.

إن لمكالمات بروتوكول الانترنيت الدولية على شبكات (ISP) تأخير زمنـــي قدره (100 –150) ميلي ثانية نموذجياً. تقارن هذه مع (30–50) ميلي ثانية لشبكات دارات (PSTN) أرضية (PSTN: Public Switched Telephone Network) و(200 إلى 250) ميلي ثانية تأخير لشبكات دارات السواتل شبه المستقرة. إن تأخير الاستجابة الأعظمي المسموح به في حدود (200) ميلي ثانية اعتماداً على السلوك الإنساني.

تحدث التحسينات على الـــ(VOIP) بسرعة كبيرة وهي كما يلي:



الشكل 5.8: تحليل مكالمة على بروتوكول انترنيت (VoIP)

1. يمكن تخفيض التأخير في شبكة بروتوكول انترنيت إلى الحد الأدنـــى باستخدام إحدى تقنيات جودة الخدمة البازغة على بروتوكول الانترنيت أو أكثر (IPQoS)
2. يعالج الارتعاش بذواكر مؤقتة حيث تخزن الرزم قبل تسليمها للمستقبل لكي تصل إليه في النهاية بمعدل ثابت. يحدد حجم الذاكرة المؤقتة الذي يتم اختياره لحذف الارتعاش طول المدة الزمنية للكلام المخزن قبل تمريره إلى المستخدم النهائي. تمهد (تنعم smooth) الذواكر المؤقتة لحذف الارتعاش تبدلات التأخير لكنها تضيف تأخيراً يساوي (50) ميلي ثانية إلى الحادثة
3. تضيف إلى الرزم الكلامية عبئاً إضافياً معتبراً ترويسة رزمة بروتوكول الانترنيت الحاوية على (32) بايت بكل منها تحوي عنوان المصدر والوجهة وبضع بايتات لمعلومات أخرى. حلول ذلك مثل: بروتوكول نقل بالزمن الحقيقي مركب- (CRTP: Compound Real Time Transport Protocol) يختصر طول ترويسة بروتوكول الانترنيت إلى أربعة أو خمسة بايت
4. يستخدم "بروتوكول حزم بيانات المستخدم UDP: User Datagram Protocol" للصوت على بروتوكول الانترنيت (VoIP). فهو لا يحتاج إعادة إرسال الرزم المفقودة أو المحرفة. لهذا السبب يستخدم بروتوكول حزم بيانات المستخدم عوضاً عن بروتوكول التحكم بالإرسال (TCP: Transmission Control Protocol) الذي يتطلب إعادة الإرسال في منظومات الصوت على بروتوكول الانترنيت (VoIP).
5. يدعم معظم إنتاج بوابة (guteway) الصوت على بروتوكول الانترنيت (VoIP) اليوم الظروف المحيطية للخط السلكي. إنها تفترض دخلاً بإشارة صوتية تماثلية تتولى تحويلها إلى

رقمية ثم ترمزها باستخدام أحد معايير الترميز (فوكودر) للاتحاد الدولي للاتصالات. يمكن تجاوز هذه العملية كلياً في حالة المكالمات الجارية من محطة متنقلة إلى أخرى متنقلة بشبكات خليوية رقمية. فإشارة المحطة المتنقلة جاهزة رقمياً ومرمزة (بفوكودر).. يتطلب من بوابات عبور الصوت على بروتوكول الانترنيت أن تدرك هذه التبدلات وتدعم معايير ترميز الصوت (بالفوكودر) بالخدمة المتنقلة.

عوائق النمو: تتم موازنة الصوت على بروتوكول الانترنيت لأجل نمو مثير. تم التنبؤ بنمو حركة (traffic) الصوت الكلية على شبكات بروتوكول الانترنيت في الولايات المتحدة بحوالي (20) بالمائة من عام (2000) إلى عام (2003). يمكن ذكر مقومات النمو على النحو التالي:

1. معظم النمو اليوم على بروتوكول الانترنيت على شبكة العموم محفز بانتهاز صرف البورصة. لا يدفع مقدم خدمة الانترنيت(ISP) أية تكاليف نفاد لأجل إتمام مكالمات بعيدة. بينما يفعل ذلك حوامل المبادلة البينية (Interchange Carriers). كلما نمت الانترنيت الهاتفية قد تتبدل الظروف الإجرائية لإلغاء هذا الانتهاز.
2. رغم أن الاستخدام الواسع لمعيار الاتحاد الدولي للاتصالات(H.323)لإقامة مكالمات صوتية على شبكات بروتوكول الانترنيت، لا تزال قابلية التشغيل البينـــي بين تجهيزات بوابة صوتية لمختلف الباعة مسألة (موضوع) بسبب توسعات ملائمة(propriety extensions) وانتقاء خيارات مختلفة لتنفيذ المكالمات. تتحسن هذه مع جهود الصناعة بأداء اختبار قابلية التشغيل البينية وتوفير تشغيل بينـــي ممهد (منغم) للتجهيزات.
3. لا تزال الكلفة لكل قناة صوت مفردة(منفذ محسن مجموعة البيانات DSO:Data Set Optimizer port) عالية نسبياً ربما بسبب دورة تقانة مبكرة وقيمة صرف البورصة (arbitrage) والتـــي يتوجب عليها أن تنخفض بسرعة كما هو متوقع بشكل واسع من أجل نمو مستمر في حركة(traffic) الصوت على بروتوكول الانترنيت.
4. يجب إثبات وثوقية التقانة برسوخ (firmly) نظراً لأن مقدمي خدمة هاتفية بدراية خبرة أكبر (ITSPs: Internet Telephony Service Providers) ينشرون الصوت على بروتوكول الانترنيت على نطاق أوسع.

3.2.8 تعدد الوسائط (Multimedia) وتعدد البث (Multicasting) عبر الانترنيت

سمعي: يمكن سماع مقابلات (صحفية)، وموسيقى وشرائح صوتية وإلى ما هنالك من محطات راديوية عبر الانترنيت. لكن التقانة القديمة كانت تحد من ذلك. إذ كان يتوجب تنزيل حمل ملف سمعي كامل بعد استقباله وقبل تشغيله (playing it). لم يكن الأمر غير عادي استغراق (15) دقيقة لتنزيل حمل ملف له أقل من دقيقة سمع عليه. الآن يوجد استخدام أحدث للصوت على الانترنيت يدعى بالسمع المتدفق (streaming audio) يسمح بتشغيل السمع دون ضرورة تنزيل حمل كامل الملف أولاً فبدلاً عن ذلك يتم السماع أثناء تنــزيل حمله على الحاسب.

فيديو: تتحرك تقانة الانترنيت لما بعد البريد الإلكترونــي والسمع. إن للانترنيت أدوات اليوم للمؤتمر التلفزيونــي (video conferencing) وتطبيقات تشاركية – (white board) (collaborative applications) كما هو الحال مع السمع. تضغط تقانة الدفق التلفزيونــي ملفات تلفزيونية بشكل مثير و تسمح للمستقبل ببدء التشغيل التلفزيونــي بينما لا يزال الملف قيد الإرسال.

البث المتعدد Multicasting: عادة إن شبكات الاتصال ذات الأداء الجيد أثناء التبديل (at switching) ليست جيدة عند البث المتعدد أو الإذاعة والعكس بالعكس. على كل حال تدعم تقانة الانترنيت كلا [التبديل/التسيير] (routing) والبث المتعدد/الإذاعي على حد سواء. إذ أن لتقانة الانترنيت قدرة فعالة جداً في إمكانيات البث المتعدد

1. يمكن استحداث وتبديل مجموعات بث متعدد وجلسات (sessions) بأسلوب ديناميكي. يمكن ترجمة الكلام إلى لغات مختلفة وبثها بنفس الوقت بشكل متعدد.
2. يمكن لأي مشترك الدخول أو الخروج من مجموعة بث متعدد دون أن يفعل المصدر (source) شيئاً خاصاً أو دون الحاجة لتدخل عامل.

4.2.8 قابلية إرتقاء شبكة بروتوكول انترنيت

صممت عناصر شبكة بروتوكول الانترنيت تاريخياً لدعم تطبيقات مؤسسة تجارية، تستطيع التقانة الآن السماح لشبكة بروتوكول انترنيت الارتقاء لدعم ملايين من المستخدمين

في شبكات حامل (carrier networks).

محددو المسار (المسيرات) Routers: إن سعة المسيِّرات (routers) بازدياد مثير، انتشرت الرزم الحديثة عبر منظومات الشبكة البصرية المتزامنة [SONET: (POS)* Synchronous Optical Network] بدفق مسير حتـــى 2.5 غيغابت/ثا (OC-48) في عام 1998. انتشرت شبكات ضوئية والمسيِّرات بدفق قدره (10) غيغابت/ثا(OC-192) في عام 1999. تنتشر مسيِّرات للاتصالات اللاسلكية بدءاً من عام 2000 بإضافة بوابات ذات وظائف متعددة ضرورية. إن مواءمة (Interface) المسيِّر مع الـــ [BCS: Base Station Control or BTS: Base Transmission Station] المتحكم بمحطة قاعدة أو مع محطة إرسال قاعدة مهمة أخرى ذات صلة بالمعيارين (IS-634) و(H.323). ستربط هذه المواءمة تجهيزات نفاذ الراديو المتنقل مع شبكة الانترنيت.

بوابات Gateways: كانت معظم البوابات قبل عام 1998 بوابات مؤسسة تجارية تدعم عدة مئات إلى آلاف المستخدمين في بيئة شبكة خاصة مشتركة. يمكن لتنفيذ بوابات الصوت على بروتوكول الانترنيت أن تكون مختلفة تتدرج من أجهزة قائمة بذاتها مكرسة إلى بطاقات مضافة للبدالات والمسيِّرات أو حواسب شخصية. تحاول قابلية ارتقاء هذه البوابات (وهي غالباً كحد في تقانة الصوت على بروتوكول الانترنيت) تصميم الأجيال المتتالية لبوابات الصوت على بروتوكول الانترنيت. في عام 1998 كانت بوابات بصنف – حامل – (carrier class) قادرة على حمل (100,000) توصيلة صوت على بروتوكول الانترنيت (منافذ). التحسين الإضافي في التصميم والكلفة وسعة بوابات صنف الحامل،متوقع لدعم البنية التحتية لشبكة هاتف العموم .

المخدمون servers: يحدد المخدمون بصورة أساسية عدد العمليات الممكن دعمها بنفس الوقت في كل ثانية. تزيد بنية المعالجة المتوازية ومزارع (farms) المخدم (تشارك عدة مخدمات بصورة فعالة بحمل العمل) سعات معالجة العمليات بصورة معتبرة.

---

* POS: Packet over SONET

3.8 الشبكات محلية المنطقة اللاسلكية[4] (IEEE 802.11)[5]

1.3.8 مقدمة

يمكن لبروتوكولات شبكة المنطقة المحلية (LAN) المعيارية، مثل الاثرنت Ethernet التـــي تعمل عند سرعات عالية إلى حدما بتجهيزات توصيل غيرمكلفة،تقدم التشبيك(networking) الرقمي على الأغلب لأي حاسب. إن تشارك المعلومات والحوسبة الموزعة (distributed computing) بادئ التحقق.إلا أن الـــLAN مقصورة على البنية التحتية للسلك الصلب الفيزيائي ضمن البناء. نحن نرغب الآن امتلاك شبكة LAN لاسلكية لزيادة قابلية التنقل وللمرونة. إن بالإمكان إقامة أو فك أو تبديل بنية شبكة منشأة لغرض خاص (adhoc)، خلال زمن قصير حسب الحاجة، كما أن شبكة الـــLAN اللاسلكية أكثر اقتصادية في الاستخدام. لا حاجة للتمديدات السلكية المكلفة أو إعادة التمديد. لكن شبكة الـــLAN اللاسلكية بحاجة لبروتوكول انترنيت متنقل. يُستخدم IP المتنقل لتحقيق شبكات لاسلكية عند مستوى طبقة الشبكة بالإصدار (4) للـــIP (IPV4). لا يتبدل عنوان الـــIP للآلة المتنقلة في هذا البروتوكول عندما تتنقل من شبكة وطنية إلى شبكة أجنبية. يخبر الوكيل (agent) المتنقل عبر بروتوكول الانترنيت المتنقل وكيلاً وطنياً على الشبكة الوطنية إلى أي وكيل أجنبـــي يجب أن توجه إليه الرزم. يعمل بروتوكول الانترنيت المتنقل فقط من أجل (IPV4) ولا يستفيد من مزايا بروتوكول الانترنيت المستقبلية الأحدث لـــ(IPV6). إن بروتوكول الانترنيت المتنقل مشروح في المقطع (4.8).

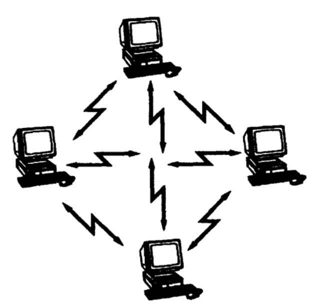
2.3.8 البنـــى Architectures

توجد طريقتان مختلفتان لتشكيل شبكة كشبكة ذات غرض معين (adhoc)، أو شبكة بنية تحتية، في الشبكة ذات الغرض المعيَّن توضب الحواسب مع بعضها لتشكيل شبكة (طيارة) جاهزة للتطبيق الفوري (on the fly) كما هو مبين في الشكل رقم (6.8). تستخدم شبكة البنية التحتية (Infrastructure) نقاط نفاذ شبكة ثابتة. تستطيع العقد المتنقلة (mobile nodes) الاتصال بها كما في الشكل رقم (7.8).

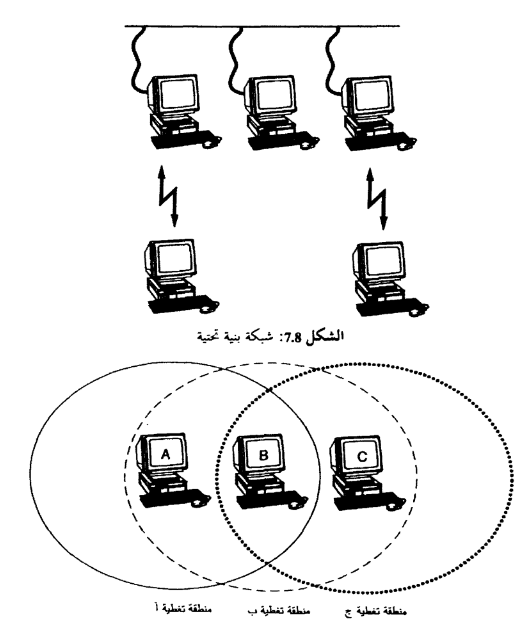
nodes) الاتصال بها كما في الشكل رقم (7.8).

3.3.8 الطبقات Layers

تقيِّس (توحد) الـ(IEEE 802.11) المواصفات على المعلمات (Parameters) لكلا الطبقتين: الطبقة الفيزيائية (PHY: physical) وطبقة تحكم نفاذ الوسط (MAC: Medium Access Control) للشبكة. تعالج الطبقة الفيزيائية إرسال المعطيات بين العقد باستخدام إما طيف منشور ذي تتابع مباشر (DS) أو نبضات أشعة تحت الحمراء معدلة بالموضع (PPM) لمعدل معطيات من (1) أو (2) ميغابت/ثا. يستخدم النطاق الترددي الصناعي والعلمي والطبـــي (ISM) (2.4) إلى (2.485) غيغاهرتز لأجل إرسال الطيف المنشور. بينما يستخدم النطاق الترددي ما بين (300) إلى (42.800) غيغاهرتز (λ: 1mm→7μm) من أجل إرسال الإشعة تحت الحمراء. إن طبقة الـــMAC مسؤولة عن المحافظة على النظام في استخدام وسط متشارك فيه. يحدد المعيار (802.11) بروتوكول استشعار حامل متعدد النفاذ مع بروتوكول تجنب التصادم (CSMA/CA: Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)



الشكل 6.8: شبكة ذات غرض معين (Ad hoc network)



الشكل 7.8: شبكة بنية تحتية

الشكل 8.8: مسألة العقد المخفية

4.3.8 تجنب مسألة "العقدة المخفية"

إن مسألة العقدة المخفية مبينة على الشكل رقم (8.8) وهي أن العقدة (آ) قادرة على الاتصال مع العقدة (ب) والعقدة (ب) قادرة على الاتصال مع العقدة (ج) لكن العقدة (آ) لا تستطيع الاتصال بالعقدة (ج). إن العقدة (آ) منذرة بأن العقدة (ج) مشغولة بهذا

البروتوكول (مع العقدة C) لهذا عليها الانتظار قبل إرسال رزمتها إلى العقدة (ج) عبر العقدة (ب). يوفر المعيار (802.11) وسائل معول عليها لتحويل (Transfer) معطيات لاسلكية، لكنه ليس مناسباً جداً للمنظومات الخليوية.

4.8 بروتوكول الانترنيت المتنقل/6/

1.4.8 تعريف قابلية التنقل

قابلية التنقل (Mobility) وقابلية الحمل أو النقل (Partability) تعبيران متشابهان. حالياً، معظم مستخدمي الحاسب المتنقل قانعون بالتشغيل المحمول أو المنقول. يمكن لحاسب أن يشَغِّل لدى أية مجموعة نقاط توفر التوصيلات لكن ليس خلال الوقت الذي يبدل الحاسب نقطة وصلة. فالحالة الأخيرة هي قابلية التنقل. يرغب المستخدمون المتنقلون امتلاك دعم شبكة بقابلية توصيل بلا انقطاع (uninterruped connectivity) بين المصدر والمورد (resource) خلال نمط العمل.

إن بروتوكول الانترنيت المتنقل هو الذي يسمح بتشغيل متنقل حقيقي. باستخدام البروتوكول لا تحتاج المنظومة و أي تطبيق جارٍ على المنظومة إعادة إطلاقه (reinitialized) أو إعادة بدئه restarted حتـــى عندما يكون انقطاع التوصيلة متكرراً أو عند إعادة تركيبه في نقاط وصل جديدة.

إن مستخدمي ترحال اليوم للانترنيت قانعون على الأغلب بالحوسبة المحمولة لهذا لا يقدم بروتوكول الانترنيت المتنقل فائدة كبيرة.

2.4.8 دعم قابلية التنقل

يحتاج دعم توفير قابلية التنقل لدى طبقة بروتوكول الانترنيت إلى حذر شديد لأن مسألة قابلية التنقل ممكنة التحويل إلى مسألة تسيير (routing) أو تحديد مسار. نظراً لبساطة البروتوكول والحاجة لقدر صغير من الترميز ذي الصلة، تنفذ التغييرات الضرورية لجدول المسير المتعامل مع الوكيل الموطنـــي والوكيل الأجنبي. بالإضافة إلى ذلك فإن قابلية التنقل ذات تأثيرات أخرى على البروتوكولات عند كل مستوى من كدسة بروتوكول الشبكة

.(stack)

فيما يخص احتياجات توصيلات الصوت المتنقلة والتطبيقات العسكرية فإن على بروتوكولات طبقة الوصلات (links layer) والطبقة الفيزيائية. في التشبيك (networking) المتنقل أسفل طبقة الشبكة أن تعالج تصحيح خطأ مكيَّف وضغط معطيات وتشفير المعطيات وتخفيض القدرة للحد الأدنـــى وهكذا.

3.4.8 اعتبارات بروتوكول تحكم الإرسال (TCP)

مؤقتات الـــTCP: عند استخدام وصلات بعرض نطاق منخفض وبتأخير (زمن انتظار) عال فإن قيم مؤقت متخلف (default) في الأداء قد يتسبب بإعادة الإرسال أو بحالة انتهاء المهلة (time out) في معظم المنظومات، حتـــى ولو كانت الوصلة والشبكة تعملان بشكل جيد بتأخيرات زمنية أطول من المعتاد. سوف يضع الباعة المدركون لقابلية التنقل قيم أكبر لمؤقت TCP (بروتوكول تحكم الإرسال).

إدارة ازدحام بروتوكول تحكم الإرسال TCP: تستخدم العقد المتنقلة على الغالب في وسط لاسلكي. وتتسبب في أخطاء أكثر تؤدي إلى سقوط مزيد من الرزم. ويؤدي هذا إلى تضارب مع آليات إدارة الازدحام في الإصدار الحديث للـــ(TCP). حالياً عند سقوط رزمة ما فإن تصرف ردود الفعل للـــ(TCP) هو كما لو أن الشبكة في حالة ازدحام. لكن سقوط الرزمة يعود إلى الوسط المتنقل عند العقد المتنقلة. سيتم إيجاد حل ما في المستقبل.

4.4.8 مصطلحات بروتوكول الانترنيت المتنقل

عقدة متنقلة Mobile Node: العقدة المتنقلة هي مضيف أو مسيِّر يبدِّل نقطة ارتباطه من شبكة ما أو شبكة فرعية إلى أخرى. قد تبدل العقدة المتنقلة مكانها دون تبديل عنوانها على بروتوكول الانترنيت. إن عنوان بروتوكول الانترنيت IP طويل الأمد هو على شبكة محلية (موطنية). عند البعد عن الشبكة المحلية (الموطنية) فالعناية بالعنوان مترافقة معها.

وكيل موطنـــي Home Agent: الوكيل الموطنـــي مسيّر على شبكة عقدة متنقلة موطنية يُسَيِّر جزيئات معطيات عبر نفق (tunnels) من أجل تسليمها إلى العقدة المتنقلة عندما تكون بعيدة عن موطنها. النفق هو المسار الذي تتبعه جزيئات المعطيات عندما تكون مغلفة

(encapsulated). لهذا فإن جزيئات المعطيات محمية من تسيير (routing) الانترنيت العادي إلى أن تصل إلى وكيل مفكك للتغليف مدرك. التنفيق tunneling عبارة عن عملية تجاوز (by passes) تسيير الانترنيت العادي لرزمة بإغلاق (تغليف) الرزمة بترويسة بروتوكول انترنيت جديدة تحتوي على عنوان وجهة بروتوكول انترنيت مغاير.

وكيل أجنبـــي Foreign Agent: الوكيل الأجنبـــي مسيّر على شبكة عقدة متنقلة جرت زيارتها. يؤدي خدمات تسيير للعقدة المتنقلة عندما تكون مسجلة. يتولى الوكيل الأجنبـــي فك التنفيق ويسلم جزيئات المعطيات إلى العقدة المتنقلة التـــي سبق أن تم تنفيقها من قبل وكيل العقدة المتنقلة الموطنـــي.

5.4.8 دور قوة الواجب الهندسي للانترنيت (IETF:Internet Engineering Task Force) لأجل بروتوكول الانترنيت المتنقل

تمت معايرة بروتوكول الانترنيت المتنقل من قبل مجموعة عمل بروتوكول الانترنيت المتنقل ضمن قوة الواجب الهندسي للانترنيت والتـــي هي جمع من سبعين مجموعة عمل تقريباً. يتوجب على انتشار بروتوكول الانترنيت المتنقل أن يتقدم على الأرجح في مرحلتين: المرحلة الأولى هي بروتوكول القاعدة والذي يسمح بالتشغيل بدون تبدلات لحواسب الانترنيت القائمة لكنها تعانـــي من تحديد مسار(مسيرات) أدنـــى من الأفضل (Sub optimal Routing)، المرحلة التالية: هي جعل المسار أفضل ما يمكن والتـــي تجد أفضل الطرق لتعديل الحواسب القائمة وأفضل المسيرات لأجل عقد متنقلة. تحتاج مسائل الجدران النارية لأن تحل أيضاً.

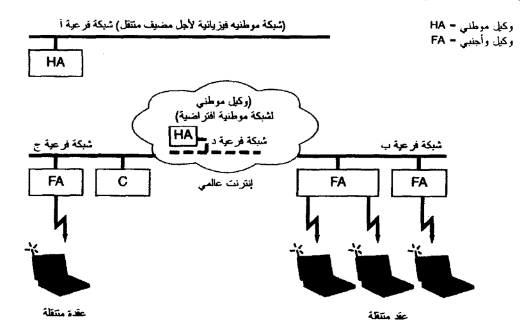
6.4.8 تقدم بروتوكول الانترنيت المتنقل

إن تطبيق الشبكات المتنقلة* مختلف عن الشبكة السلكية وهو ضعف الانترنيت. عندما ينتقل هاتف متنقل من محطة قاعدة إلى أخرى أو من بدالة متنقلة إلى أخرى فإن وظيفة المناولة تضمن استمرار الوصلة الصوتية. في حالة الانترنيت إذا تحركت الطرفية وتبدلت نقطة

---

*. شبكات خدمة الاتصال المتنقلة.

توصيل الانترنيت يحتاج عنوان الجهاز الرقمي لبروتوكول الانترنيت إلى تبديل. يتسبب ذلك في مشاكل إذ يتوجب على الجلسة القائمة إسقاطها والبدء بجلسة جديدة من الموقع الجديد. للتغلب على هذه المشكلة يسمح بروتوكول الانترنيت المتنقل للشبكة الموطنيه (أنظر الشكل 9.8) بالتتبع المستمر وفق حركة الجهاز المتنقل ضمن الشبكة أو إلى شبكة أخرى. يستخدم بروتوكول الانترنيت المتنقل تنفيق (tunneling) البروتوكول لإخفاء عنوان موطن عقدة متنقلة من مسيرين متدخلين (Intervening) بين شبكتها الموطنيه وموقعها الحالي عندما تكون خارج الموطن (الشكل رقم 9.8). يسمح بروتوكول الانترنيت المتنقل بالحركة بين أنواع مختلفة للشبكات. من شبكة مستركة (corporate) إلى شبكة مقدم خدمة انترنيت (ISP) إلى شبكة خليوية طالما أن هذه الشبكات شبكات رزمة معتمدة على بروتوكول الانترنيت داعمة للبروتوكول. يوفر بروتوكول الانترنيت المتنقل أداة فعالة لتكامل شبكة العموم والخاصة لأجل خدمات معطيات رزمة.



الشكل 9.8: تشكيل لائحة مصطلحات

إدراكاً لهذا الجهد تعمل هيئة معايير ضمن اتحاد صناعة اتصالات الولايات المتحدة، TR 45.6 على مواصفة بروتوكول انترنيت متنقل منسجمة لدعم معطيات رزمة في منظومتـــي الــ cdmaOne والــ [TDMA (IS-136)]. تزود منظومة الرزمة الراديوية العامة

(GPRS:General Packet Radio System) مواصفة نهاية إلى نهاية لتقديم خدمات معطيات رزمة في منظومات GSM. تستخدم الـGPRS بروتوكول الانترنيت للاتصال بين بعض العقد الداخلية وضمن الانترنيت. إن إدارة قابلية التنقل لأجهزة المعطيات وجلسات التطبيق ليست منسجمة مع بروتوكول الانترنيت المتنقل. حالما يشكل بروتوكول الانترنيت المتنقل الأسس لتزويد خدمات معطيات رزمة في شبكات متنقلة، فإن بالإمكان التصور بأن استخدامها سيمتد لدعم تطبيقات صوت متنقلة على حد سواء. لا يزال بروتوكول الانترنيت المتنقل قيد النشوء مع ذلك إن التنفيذ التجاري لنموذج المعايير الحالي موجود الآن.

5.8 بروتوكول تطبيق لاسلكي (WAP: Wirless Application Protocol)

1.5.8 مقدمة

كانت Phon.Com (سابقاً UnWired Planet) أحد المشتركين بتأسيس منتدى الـ (WAP)، في حزيران (يونيو) 1997 مع نوكيا واريكسون وموتورولا. ركز المنتدى بشكل رئيسي علىسوق هاتف لاسلكي كبير كوسائل لتقديم خدمات معتمدة على الانترنيت. نظراً لأنه بحلول عام 2001 سيكون هناك (600) مليون مشترك لاسلكي، تحتاج هذه الأوساط المتعددة إمكانات تشمل امكانية استعادة بريد إلكتروني ودفع وسحب معلومات من الانترنيت. لتوجيه تطوير التطبيقات القائمة الحديثة هذه طور الـ WAP لتقديم وتسليم معلومات لاسلكية وخدمات هاتفية على هواتف متنقلة وعلى طرفيات لاسلكية غيرها. تتطرق مواصفات الـWAP للمسائل أعلاه باستخدام أفضل المعايير القائمة وتطور توسعات (extensions) جديدة حيث يحتاج الأمر. يرفع حل الـWAP الاستثمار الضخم في مخدمات وأدوات تطوير ومبرمجي وتطبيقات شبكة نسيج (Web) أثناء حل المسائل الفريدة المترافقة مع المجال اللاسلكي. تؤكد المواصفة علاوة على ذلك بأن هذا الحل سريع وموثوق وأمين. توسع وترفع مواصفة الـ(WAP) التقنيات القائمة مثل معايير تشبيك (networking) المعطيات الرقمية وتقنيات الانترنيت مثل IP وHTTP وXML وSSL ومكتشفوا مورد (Resource)

منتظم [*](URL) وأشكال مضمون أخرى مثال: بوابة (WAP) مطلوبة للاتصال مع عقد انترنيت أخرى باستخدام البروتوكول المعياري (HTTP 1.1). تستدعي المواصفة من أجل هواتف يدوية لاسلكية لاستخدام طريقة عنونة URL في طلب خدمات.

2.5.8 نموذج برمجة انترنيت ونموذج برمجة WAP

إن نموذج برمجة الانترنيت مبين على الشكل (10.8 آ). يطلب مستعرض (browser) النسيج (الشبكة) الخدمة من مخدم صغير (servlet) على مخدم النسيج (الشبكة) عبر مكتشف مورد منتظم (URL). يستجيب تسليم الخدمة باستخدام كتابة جافا (Java Script) من خلال تقانة HTML لكدسة بروتوكول الانترنيت لدى الزبون. يعتمد نموذج برمجة الـــ WAP بشكل معتبر على نموذج برمجة الانترنيت القائم (انظر الشكل رقم 10.8 ب). يزود إدخال وظيفة بوابة آلية توسيع هذا النموذج وجعله أنسب ما يمكن ليتوافق مع مواصفة الظروف اللاسلكية المحيطية. يتم تخفيض الحركة على الهواء للحد الأدنـــى بالترميز الثنائي/فك الترميز لصفحات (النسيج) الشبكة (Web) وإعادة تكييف كدسة بروتوكول الانترنيت لاحتواء المواصفات الفريدة للوسط اللاسلكي مثل سقوط المكالمة (call drops).

3.5.8 المكونات الرئيسية لتقانة الـــ(WAP)

1. لغة الرفع اللاسلكية (Wirless Markup Language): تتضمن لغة الرفع اللاسلكية مفهوم البطاقات والأوراق (decks) حيث أن بطاقة ما هي وحدة مفردة لعملية تفاعل مع المستخدم (Interaction). تُنَظِّم خدمة ما عدداً من البطاقات في مجموعة ورق (a deck). يمكن عرض بطاقة على شاشة صغيرة. تكمن (resides) صفحات شبكة الـــ (WML) على مخدمات شبكة تقليديه (servers).
2. كتابة WML: اللغة الكتابية مثل JAVA (انظر المقطع 6.8) هي تلك التـــي تتيح إرسال الأبجدية لجهاز الزبون ديناميكياً وتسمح بالتفاعل مع المستخدم ليكون أكثر تعقيداً وذكاءً.

---

[*] (URL: uniform resource Locators).

الشكل 10.8: نموذج بروتوكول برمجة الانترنيت مقابل نموذج برمجة الـــ(WAP)

3. المستعرض الميكروي (Micro Browser): هو تطبيق مقيم على الطرفية اللاسلكية يدير مواءمة المستخدم ويترجم مضمون الكتابة WML/WML.

4. تطبيقات هاتفية لاسلكية (WTA: Wirless Telephone Applications): هي إطار عمل يوفر مواءمة مستقلة عن الجهاز للسماح لمشغلي الشبكة تحسين أو بناء خدمات هاتفية مثل وظائف تحكم مكالمة (call control) و نفاذ سجل هاتف (Phone Book access) ومراسلة (messaging).

5. كدسة بروتوكول خفيفة الوزن: تخفض متطلبات عرض النطاق لأقل ما يمكن، تضمن قدرة مجال عريض من شبكات لاسلكية (بدءاً من النداء paging إلى شبكات الجيل الثالث) على إدارة تطبيقات الـWAP. تتضمن كدسة بروتوكول الـWAP* مجموعة بروتوكولات للنقل WTP وللجلسة WSP وطبقات الأمن (WTLS). إن الـWSP مرمز ثنائياً وقادر على دعم التخزين السريع للترويسة (header caching) وبذلك يقتصد بمتطلبات عرض النطاق. يعوض الـWSP أيضاً زمن التأخير الطويل بالسماح للاستجابات والطلبات أن تعالج بصورة غير متزامنة، أي الإرسال قبل استقبال الاستجابة على طلب سابق. يعيد بروتوكول الـWTP إرسال الأجزاء المفقودة فقط الناتجة عن الخفوت أو نقص التغطية باستخدام إعادة الإرسال الانتقائي وبذلك يعوض عن الاتصال اللاسلكي الأقل استقراراً. يبين الشكل (11.8) علاقة الوظائف في مجال المشغل (Operator's Domain).

6. مزايا الـWAP: (1) يستخدم بروتوكول الـWAP أقل من نصف عدد الرزم التي تستخدمها كدسة الانترنيت المعياري (HTTP/TCP/IP) لتسليم نفس المضمون. (2) إن عنونة الموارد المحدودة للطرفية والمستعرض (browser) وكدسة البروتوكول خفيف الوزن مصممة للقيام بمطالب صغيرة من الـ(CPU) والـROM. (3) يساعد الترميز الثنائي للـWML** وكتابة الـWML على إبقاء الـRAM صغيرة ما أمكن.

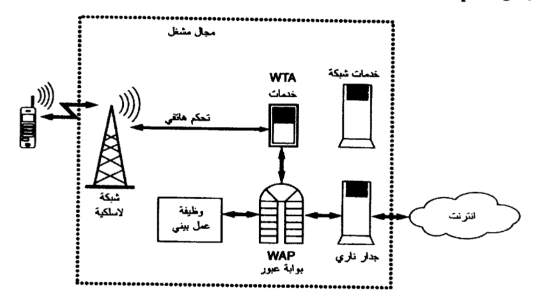
---

*.WAP: Wirless Application Protocol. WTP: Wirless Transport Protocol.
WSP: Wirless Session Protocol.
WTLS: Wirless Transport Layers Security
** .WML: Word Mark Language. WMLS: Word Mark Language Scripts.

(4) تأخذ المحافظة على استخدام الناقل المخفض بالاعتبار قدرة مدخرة (بطارية) الطرفية المحدودة.

6.8 الضرس الأزرق (BlueTooth) وجيني (Jini)

الضرس الأزرق هو راديو قصير المدى مستخدم لتوصيل أجهزة إلكترونية مثل حواسب شخصية (PCs) مع بعضها. أما جيني فهي بنية منظومة حديثة توفر آليات لبناء خدمة والوصل الحلقي (Loop up) واتصالاً وهي مستخدمة في منظومة متوزعة (distributed).



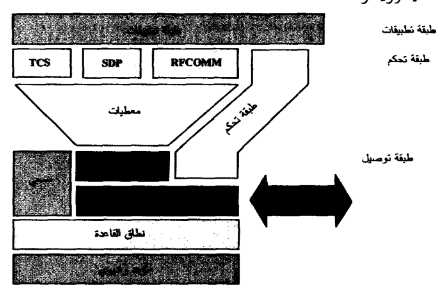
الشكل 11.8: علاقة الوظائف في مجال المشغل (Operator's domain)

1.6.8 الضرس الأزرق (BlueTooth)

مقدمة: الضرس الأزرق وحدة راديوية تسمح بربط واتصال أجهزة إلكترونية فيما بينها لاسلكياً لمدى قصير ولشبكة ذات غرض محدد (adhoc). مهدت بالبداية للضرس الأزرق كل من شركة اريكسون ونوكيا وأي بـي إم وتوشيبا وإنتل. يدعم الآن هذه الوحدة أكثر من ألف شركة. جاءت تسمية الضرس الأزرق من لقب لقرصان اسكندنافي. ونظراً لأن قابلية التنقل أصبحت مهمة جداً في حياتنا اليومية فقد غدا أمراً جذاباً استخدام أجهزة راديوية قليلة الكلفة سهلة التوصيل تجلب أجهزة إلكترونية مع بعضها في شبكة لغرض خاص (adhoc network).

مواصفات الــBlueTooth: الــ(BlueTooth) وحدة راديوية قصيرة المدى تعمل بأسلوب نقطة إلى نقاط متعددة وتنقل الكلام والمعطيات ولها المواصفات التالية:

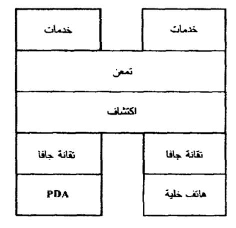
1. *النطاق الترددي*: استخدام النطاق الترددي (2.45) غيغاهرتز المخصص للصناعي/علمي/طبـــي (ISM) وهو نطاق لا يحتاج إلى ترخيص مفتوح للاتصالات وكذلك للاستعمالات مثل مراقبة الأطفال وفتح أبواب المرائب والهواتف اللاسلكية والأفران الميكروية وهكذا.



الشكل 12.8: بنية الضرس الأزرق

2. *مدى الإرسال*: إن مدى الوصلة العادية هو عشرة سنتمترات إلى عشرة أمتار. يمكن توسيعها إلى (100) متراً بزيادة قدرة الإرسال
3. إن عرض نطاق كل قناة (1) ميغاهرتز
4. التعديل هو تزرير إزاحة دنيا غاوسيه GMSK: Gaussian Minimum Shift Keying
5. يتبنـــى القفز الترددي (FH: Frequency Hopping) والذي يقسم النطاق الترددي (ISM) إلى عدد من أقنية القفز
6. يوفر حلاً لمنظومة بتخصيص الطبقات السبع لنموذج OSI (تمهيد للنظم المفتوحة) (OSI: Open Systems Initiatives). إن بنية الضرس الأزرق مبينة على الشكل رقم (12.8)
7. ذو بنية موجهة نحو السيد/عبد

8. يدعم حتى ثمانية أجهزة في شبكة بيكو (a pico net) (أي تتشارك وحدتـــي ضرس أزرق أو أكثر بقناة)
9. له أمن ضمنـــي (built-in)



الشكل 13.8: بنية جينـــي

تطبيق الضرس الأزرق: الضرس الأزرق حل لمنظومة بإمكانه العمل في حالة عدم توفر خط نظر عبر الجدران والحقائب. قادر على التكامل مع شبكات أخرى عبر البروتوكول (TCP/IP). سوف يتيح الضرس الأزرق للمستخدمين الربط مع مجال عريض من أجهزة الحاسبات والاتصال والخدمات. دون الحاجة لشراء وحمل وتوصيل كوابل. يؤمن فرصاً لتوصيلات ذات غرض خاص ومن الجائز مستقبلاً من أجل توصيلات آلية غير مخططة بين أجهزة وخدمات. إن تقانة راديوية كفؤة القدرة للضرس الأزرق ممكنة الاستخدام في كثير من الأجهزة المتماثلة التـــي تستخدم الأشعة تحت الحمراء: هواتف وأجهزة نداء و موديمات وأجهزة نفاد شبكة محلية المنطقة وسماعات رأسية وحواسب المفكرة والطاولة المحمولة باليد.

2.6.8 جينـــي JINI

الوصف: غدت مقاييس الحواسب أصغر وازدادت سرعة الحوسبة بشكل مثير. أضحت جينـــي رؤية شركة (Sun Microsystems) لمستقبل الاتصالات في عالم الحواسب. تعمل لغة JAVA على جميع المنصات. تعنون جينـــي الاحتياجات الحرجة لنفاذ الحاسوب لخدمات الشبكة عبر مواءمة منتظمة وبسيطة. إن جينـــي بنية منظومة جديدة تجلب للشبكة تسهيلات

الحوسبة المتوزعة (distributed) والخدمات المعتمدة على الشبكة والتوسع غير المنظور والأجهزة الذكية المعول عليها والإدارة السهلة. تسمح الطبيعة الديناميكية (الحركية) لمنظومة (Jini) للخدمات بأن تضاف أو تسحب من تكتل (federation) في أي وقت وفقاً للطلب أو الحاجة أو تبديل المتطلبات لمجموعة العمل التـــي تستخدمها.

المواصفات: إن لجينـــي المواصفات التالية:

1. تستخدم 100% لغة جافا ومطورة من قبل Sun (إن لغة جافا مشروحة في المقطع 8-6-4)
2. توفر وسائل تسمح لأجهزة وخدمات مختلفة بالاتصال مع بعضها البعض
3. إنها تطبيق شبكة قوي
4. "خدمة ما" هي المفهوم الأهم ضمن بنية جيني. خدمة ما هي كيان، وحوسبة، وتخزين، وقناة اتصال مع مستخدم آخر، ومرشح برمجيات، وجهاز معدات (hardware device) أو مستخدم آخر.
5. يمكن لخدمة ما أن تستخدم من قبل شخص، وبرنامج أو خدمة أخرى.
6. تسمح منظومة شبكة جينـــي للآلة الافتراضية المتوزعة بالعمل كمنظومة مفردة.

عناصر جينـــي الرئيسية: يسمح عنصري الاكتشاف والتمعن (discovery and lookup) في البنية للأجهزة والبرمجيات بالتوصيل والتسجيل (register) مع الشبكة كما هو مبين في الشكل رقم (13.8).

1. يحل الاكتشاف والانضمام المسألة الصعبة بكيفية تسجيل جهاز أو تطبيق نفسه مع الشبكة للمرة الأولى بدون معرفة سابقة بالشبكة.
2. يمكن النظر للتمعن كلوحة إعلان لجميع خدمات الشبكة.
3. يمكن تحقيق الاتصال بين خدمات باستخدام التماس طريقة بعيدة (RMI: Remote Methode Invocation) لجافا. إن RMI لغة برمجة جافا أتاحت امتداداً إلى آلية مكالمة ذات إجراءات بعيدة تقليدية. تسمح الـــRMI لمعطيات وأهداف كاملة تشمل ترميزاً أن تكون ممررة من أهداف حول الشبكة.

3.6.8 العلاقات بين الضرس الأزرق وجينـــي

الضرس الأزرق جهاز وجينـــي خدمة. يبين الجدول (1.8) الفروقات. إن الضرس الأزرق حل لمنظومة يقوم بتعريف الطبقات السبعة لنموذج OSI لإقامة توصيلات و توفير خدمات. جينـــي معتمدة على جافا 100% و توفر فقط استعراض خدمة الشبكة ووظيفة الإكتشاف للشبكة القائمة (existing). لهذا السبب إن الضرس الأزرق قادر على تحسين جينـــي بتوفير إمكانية تشبيك(networking) لاسلكية.

4.6.8 خلفية جافاً

جافا لغة تفسيرية تحتاج إلى مترجم (مفسر)، وإلى الآلة الافتراضية (VM: Virtual Machine) لترجمة ترميز البرمجيات إلى رموز بايت من أجل منظومة تشغيل (Operating System) معينة. بسبب أن الآلة الافتراضية تمييز لجهاز فإن الــJAVA مستقلة عن جهاز ما ولهذا السبب فإن تضمين العبارة "أكتب مرة واحدة، تجري بأي مكان run any where" إن جافا معيار مفتوح ومقبول بشكل واسع في الصناعة.

هناك ثلاثة اصدارات لمنصة برمجيات جافا لـــ JAVA -2 إصدار تجاري (enterpise edition) لأجل المخدمين وإصدار معياري لأجهزة سطح المكتب (desk tops) و الإصدار الميكروي (micro edition) للأجهزة المحمولة باليد وأجهزة المساعد الرقمي الشخصي (PDA: Personal Digital Assistant) والمنظومات المدمجة (embedded) وبطاقات جافا J2ME. إن آلة Sun الافتراضية لأجل J2ME، kVM، صغيرة لدرجة (128) كيلو بايت على الجهاز ووظيفتها مجزّأة بين الجهاز ومزودي الخدمة.

تطويرات Developments: تخطط (NTT DoCoMo) لدمج جافا بهواتفها نمط-i قبل حلول عام (2000) وقبل تقديم نظام الـــ(IMT-2000). بموطئ القدم الأصغر لـــkVM وقدرة وحدة معالجة مركزية متزايدة باستمرار وتحسن في استهلاك القدرة. من المرجّح أن تكون جافا مناسبة للأجهزة المحمولة باليد.

إن تبادل الرسائل الذكي وبروتوكول التطبيق اللاسلكي(WAP) معنيان للهواتف (الصخرية Lite) بينما تهدف جافا لطرفيات شبكة أكثر تعقيداً تلك التـــي تدير منظومات تشغيل مثل EPOC من (Symbian) وويندوز (Windows CE) من ميكروسوفت. رغماً عن

أن مقاييس شاشة عرض هاتف وقدرة الحوسبة بازدياد فإنهما لا تزالان عاملاً محدداً عندما يتعلق الأمر بجريان تطبيقات لجافا معقدة.

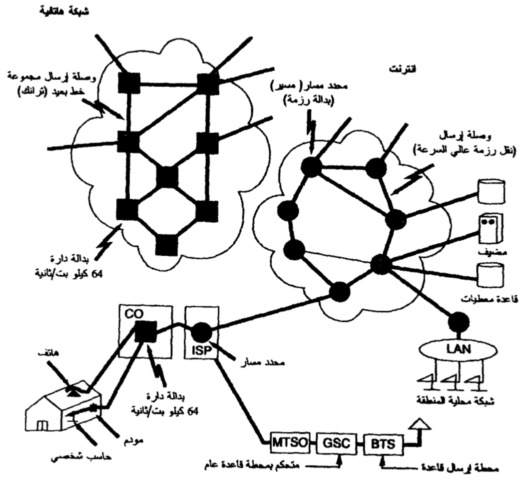
إن لمنتدى WAP مجموعة عمل تبحث في دمج جافا في مواصفة الــWAP. من المحتمل أنها ستكمل لغة الرفع WML (لا تُكمل الــHTML) لتطبيقات مستعرض أكثر ديناميكية تعمل على كدسة البروتوكول الخفيف(WAP). توضح مقارنة بعض مكونات WAP (انظر الشكل رقم 10.8) وجافا (JAVA) (انظر الشكل رقم 12.8) بعض مزايا دمج جافا في الهاتف.

الجدول 1.8

الضرس الأزرق	جيني
لكل جهاز دليل (مثال)	لكل خدمة دليل (مثال) من جينــي
الخدمات واللب (Kernel) مستقلان لغوياً	تتطلب جينــي محيط جافا متجانس
تشجع موطئ أقدام تطبيق كفء وصغير	تطبيقات جافا و (JVMs) كبيرة وبطيئة (اليوم)
لا وظائف لب بيانية معتمدة على اكتشاف جهاز لــ (RMI)	تتصل جميع العناصر بجافا مكثفة – عرض نطاق (RMI)
اكتشاف جهاز	تفترض وجوداً مسبقاً للشبكة
تسجيل خدمة	اكتشاف/انضمام
اكتشاف خدمة	تمعن (Look up)
زبون	توكيل (proxy)
اللب (Kernel) – 37 كيلو بايت	1 – P JAVA JVM ميغا بايت
نظام تشغيل الزمن الحقيقي –؟ (RTOS: Real Time Operating System)	1 – OS/9 ميغا بايت (OS: Operating System)

7.8 شبكة نواة بروتوكول انترنيت لاسلكية (WIRELESS IP CORE NETWORK)

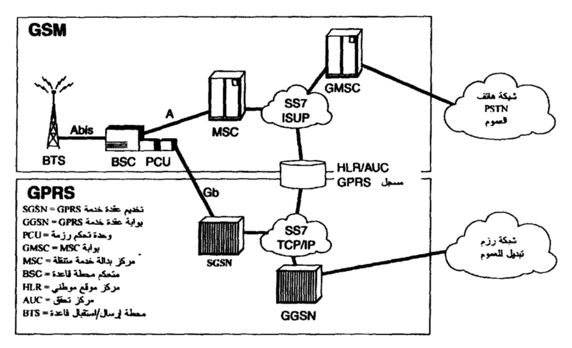
تنمو الاتصالات اللاسلكية بسرعة كبيرة بحيث أن هناك (600) مليون مستخدم جهاز محمول باليد عام (2000). بحلول عام (2003) سوف يزيد عدد المستخدمين على (1) بليون. بنفس الوقت ينمو عالم مستخدمي الانترنيت بسرعة. هناك أكثر من (200) مليون مشترك بالانترنيت عام 2000.



الشكل 14.8: الاتصالات اليوم

يتجه المستقبل نحو خدمات الانترنيت اللاسلكية. يمكن لمستخدم خليوي أو (PCS) امتلاك جهاز يدوي بتجهيزات مستعرض ميكروي (micro browser) للنفاذ إلى مقدم خدمة الانترنيت. إن شبكة اليوم مبينة على الشكل (14.8). يتصل مقدم خدمة انترنيت مع شبكة هاتف العموم (PSTN) عبر (MTSO)* وهي بدالة دارة. إن استخدام الشبكة الحالية بطيء وغير كفء. ستركب بدالة الرزمة عام 2000 في منظومة الـGSM في بعض بلدان الدول الأوروبية. يبين الشكل رقم (15.8) بروتوكول الانترنيت من تخديم عقدة خدمة منظومة رزمة راديوية عامة (SGSN: Serving GPRS Service Node) إلى بوابة عقدة خدمة GPRS (GGSN: Gateway GPRS Service Node) وإلى شبكة بروتوكول انترنت الخط

السلكي. مع ذلك فإنه مكلف جداً ولا يشكل حلاً لبروتوكول انترنيت كاملاً. اقتُرِحَت طريقتان لشبكات نواة بروتوكول انترنيت لاسلكية: شبكة نواة بروتوكول انترنيت مركزية بنمط نقل غير متزامن (ATM) مبينة على الشكل رقم (16.8) وشبكة نواة بروتوكول انترنيت مركزية بمحدد مسار(مسير) مبينة على الشكل رقم (17.8). إن لشبكة نواة بروتوكول انترنيت مركزية بنمط نقل غير متزامن فائدة إلى حد ما لكن الكلفة عالية نسبياً. إن الفوائد كما يلي:



الشكل 15.8: منظومة رزمة راديوية عامة اليوم (GPRS: General Packet Radio System)

1. البدالة عريضة النطاق
2. لها جودة خدمة (QoS)
3. لها جميع وظائف البدالة المتنقلة
4. طريقة تشكيل مركزية

إن مساوئ الطريقة المركزية للـ(ATM) هي:

1. ليست شبكة نواة بروتوكول انترنيت كلية
2. كلفة عالية

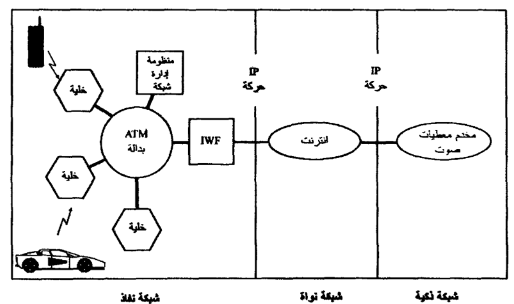
3. ليس من السهولة إضافة مزايا ووظائف

إن طريقة محدد المسار المركزية قليلة التكلفة وبسيطة التشكيل (الشكل 16.8) وحلاً لشبكة نواة بروتوكول انترنيت لاسلكية كلية. في كانون الثانـــي (يناير) لعام 1999 أقامت أربعة شركات هي Vodafone AirTouch وCisco وHyundai وTelos بقيادة Vodafone AirTouch عرضاً لشبكة نواة بروتوكول انترنيت لاسلكية مبينة على الشكل (18.8) (انظر المستند 8 آ) كان لـــW. Lee دوافعه لهذا العرض. كانت الدوافع:

1. إن بروتوكول الانترنيت هو الجواب لشبكات متعددة الخدمة تتضمن الجيل القادم للشبكات اللاسلكية بالصوت والمعطيات

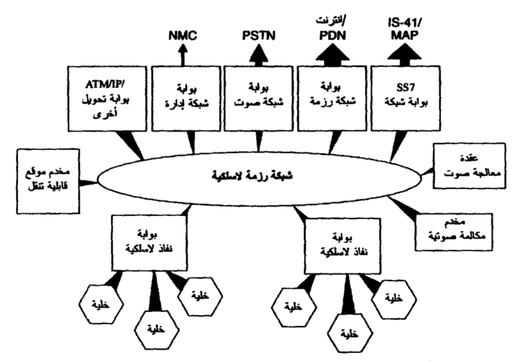
2. يحشد بروتوكول الانترنيت سوقاً ضخمة ودافع اختراع تقاني. ازداد عدد مستخدمي الأجهزة المتصلة بشبكات بروتوكول الانترنيت أُسِّياً (exponentially) تجاوزت خلال الأعوام القليلة السابقة كمية حركة المعطيات كمية الحركة الصوتية في ظروف تشغيل محيطية كثيرة.

3. إن للشركات (Vodafone AirTouch) و(Disco) و(Hyundai) و(Telos) اهتمام مشترك في تطوير شبكة بروتوكول انترنيت لاسلكية جديدة



الشكل 16.8: شبكة بروتوكول انترنيت لاسلكية معتمدة على نمط نقل غير متزامن (ATM)

4. إن عرض إثبات مفهوم استخدام بروتوكول الانترنيت لمنظومة لاسلكية حاسم لتقدم بنية بروتوكول الانترنيت اللاسلكي.



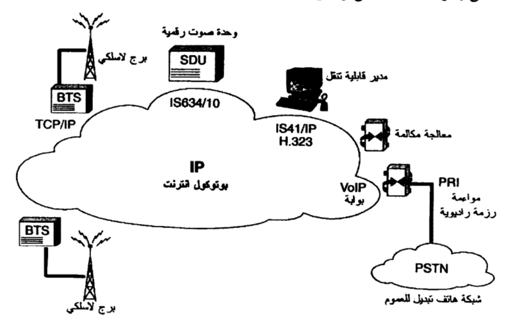
الشكل 17.8: شبكة بروتوكول انترنيت لاسلكية معتمدة على محدد مسار

كان هدف المشروع هو عرض التقانة وقابلية الحياة لشبكة بروتوكول الانترنيت اللاسلكية وملاءمة التكاملية مع شبكات لاسلكية أخرى معتمدة على بروتوكول الانترنيت. يشمل تقدير قابلية حياة شبكة بروتوكول الانترنيت اللاسلكية ما يلي:

1. *مردود الاستثمار* **Investment efficiency**: تقييم نموذج متعاقب من استثمار نامٍ لتجهيزات أولية وتغطية مساحة وسعة منظومة وشبكة وارتقاء منظومة.
2. *مردود تشغيل* **Operation efficiency**: دراسة فوائد نقل بروتوكول الانترنيت المشترك، وانتشار شبكة واحتياطي خدمة (Service Provisioning) وإتاحة شبكة (Availability) ووضع أبعاد شبكة رزمة.
3. *أداء شبكة* **Network performance**: تَحَري التقدم الحديث لتقانة جودة الخدمة، وتَحَري نواحي أمنية لوصلة الرزمة الهوائية. وفهم تحديات ملاقاة متطلبات الاتصالات.
4. *مردود العناية بالزبون* **Customer care efficiency**: تقييم مزايا مواءمات بروتوكول

الانترنيت المشترك، وسهولة مكاملة تشغيل الشبكة مع عناية الزبون، حل عناية في الوقت المناسب وحل عناية زبون باعة متعددين، والفاتورة الإلكترونية والمساعدة الإلكترونية (e-help) (أي التجارة الإلكترونية e-business).

5. *أسس قابلية التنقل* *Mobility essentials*: تحقيق تنفيذ وظائف قابلية التنقل والتـــي تتضمن إدارة قابلية التنقل ومناولة البرمجيات وإدارة الموارد الراديوية.



الشكل 18.8: بنية المستوى العلوي لشبكة نواة بروتوكول انترنيت لاسلكية

6. *شبكة لاسلكية معتمدة على بروتوكول الانترنيت* غير مرتبطة (**unbundled**): استقصاء إمكانية ربط وتشغيل (**plug and play**) مع خدمات وتطبيقات شبكة لبائع متعدد.

7. *هل بروتوكول الانترنيت جاهز لعنصر نواة اتصال بعيد؟* كشف القصور إن وجد واقتراح تحسينات. استقصاء فوائد شبكة بروتوكول انترنيت (نهاية إلى نهاية). استقصاء تحليل السعة الحدي لحركة معطيات وصوت مضمومين على شبكة بروتوكول انترنيت مفردة.

8. *أثر الصناعة* *Industry infuence*: تعريف ومعايرة: شبكات نفاذ راديوية معتمدة على بروتوكول الانترنيت وبنـــى شبكة نواة، ومواءمات، وبروتوكولات. تكوين استراتيجية حول تبدلات ضرورية لبنية شبكة بروتوكول انترنيت اللاسلكية. وجدت Cisco

و AirTouch و Vodafone بعد العرض الحاجة ومهدت لمنتدى الانترنيت اللاسلكي المتنقل (MWIF: Mobile Wirless Internet Forum) في شباط (فبراير) عام 2000 لإعداد توصيات قوام معيار الجيل الثالث في منطقة شبكة بروتوكول انترنيت لاسلكية.

كانت مزايا العرض كما يلي:

1. قُدمت بنية شبكة بروتوكول انترنيت نهاية إلى نهاية لاسلكية باستخدام منظومة المعيار IS-95 CDMA في (Reno) – نيفادا.
2. عرضت ثلاثة أنواع من المكالمات عبر شبكة بروتوكول الانترنيت اللاسلكية، مكالمات أرضية إلى متنقلة، ومكالمات متنقلة إلى أرضية، ومكالمات متنقلة إلى متنقلة.
3. عرضت مزايا المناولة في شبكة نواة بروتوكول انترنيت

كان هذا أول عرض لحل شبكة بروتوكول انترنيت لاسلكية في الصناعة وخطوة رئيسية نحو نجاحات شبكة بروتوكول الانترنيت اللاسلكية. بيَّن سهولة توصيل عناصر شبكة أثناء تأدية خدمات تامة (seamless) وإدارة شبكة.

كان للعرض المزايا الفريدة التالية:

1. حذف البدالات. فوكيل مكالمة (Call Agent) شركة Cisco هو بدالة برمجيات (soft switch).
2. شبكة بروتوكول انترنيت كلية.
3. فصل إدارة قابلية التنقل عن معالجة المكالمة والتـــي تتيح ارتقاء المنظومة وتكفل بصورة أسرع وأرخص تطوير مزية مشترك .
4. فصل التشوير عن المعطيات
5. حَسَّن امكانية مقاربة المتنقل (mobile) والخط السلكي
6. شبكة معطيات متكاملة مع شبكة متنقلة
7. تحويل المعيار (IS634) إلى (H.323)

1.7.8 تحسينات المستقبل

رغماً عن أن بروتوكول الانترنيت سيكون نواة توصيل عناصر شبكة وتقديم خدمات،

هناك نطاقات أخرى تحتاج إلى تحسين:

1. جودة الخدمة (QoS). من الواجب اختبار عدة تقانات مقترحة لشبكة انترنيت لاسلكية.
2. *الفوترة* (Billing). إن نموذج فوترة بروتوكول الانترنيت (Paradigm) مختلف عن النموذج التقليدي الدفع على الدقيقة. تحتاج منظومة الفوترة السهلة والقابلة للتكييف لأجل "الدفع على الرزمة أو الميغا بايت" إلى الاستقصاء.
3. *زمن التأخير* (الانتظار) (Latency). حجم الشبكة بحيث تسلم معطيات يتوقف استلامها على الوقت في الوقت المحدد.

8.8 التداخل أو الضجيج

خصصت مفوضية (لجنة) الاتصالات الفيدرالية (FCC) في الماضي طيفاً معيناً وترخيصاً لمقدم خدمة محدد. إذا لم تكن طريقة التعديل أو إشعاع القدرة المُسْتَخدَمين في الطيف العامل وفقاً لمواصفات الـــFCC فإن التداخل سيظهر خارج النطاق وسيتم كشفه. عندئذ بإمكان الـــFCC إصدار التعليمات لهؤلاء المتسببين بالتداخل إذا تقدم مستخدمو الطيف المجاور بشكوى للـــFCC. إن شرعة (Charter) الـــFCC هو تنسيق استخدام الطيف ثم مسائل إدارة الطيف ثم معالجة الضجيج الكهرومغناطيسي.

1.8.8 سياسة تشارك الطيف

للوصول لهدف استخدام الطيف بمردود عالي. تتجه الـــFCC إلى سياسة التشارك بالطيف. هناك ثلاثة سيناريوهات في ذلك.

مشغلون كثر مرخص لهم تقديم نفس الخدمة: تحاول الـــFCC اليوم استخدام الطيف بكفاءة مع توليد منافسة سوق عادلة بنفس الوقت أيضاً. يتناسب بالحقيقة مردود الطيف عكساً مع عدد مشغلي المنظومة/12/:

مردود الطيف = (عدد مشغلي المنظومة)$^{-1}$

تعنـــي العلاقة المذكورة أعلاه أنه كلما ازداد عدد مشغلي المنظومة لأجزاء الطيف المقسمة في الطيف الكلي المخصص كلما تناقص مردود الطيف. لكن وللحصول على منافسة عادلة فإن على العدد الأعظمي المسموح به للمشغلين أن يتم اختياره في عرض نطاق

متشارك به اعتماداً على حاجة السوق وتفاوت التداخل.

مشغلون كثر مرخص لهم يقدمون خدمات مختلفة: تريد الـFCC اليوم الحصول على خدمتين أو أكثر مختلفتين تتشاركان نفس النطاق. في الحقيقة من الصعب تحقيق الفائدة من مفهوم مشاركة الطيف. إن استخدام الطيف المخصص عسكرياً أو في عمليات وكيل سلامة العموم (Public Safty Agent) قليل. مع ذلك لا يمكننا انتهاز الفرصة والتأثير على الطيف فقد تكون كل مكالمة عسكرية أو مكالمة طوارئ ذات صلة بحياة أو موت. في الاستخدام التجاري هناك ثلاثة اهتمامات من الضروري التطرق إليها لتوضيح ضعف مفهوم التشارك بالطيف:

1. السوق في نمو مستمر لكن تخصيص الـ FCC الترددي في الخدمتين الخليوية والـPCS يظل دون تبديل. بافتراض أن الطيف الخليوي قادر على التشارك مع خدمات أخرى اليوم. ماذا عن الغد؟ إذا لم يكن هناك حد لعدد الخدمات المختلفة فلن يتمكن أحد من العمل بنفس الطيف في النهاية.
2. ستقدم خدمة الـPCS والخليوي مكالمات الـE119 مع مواقعها المتنقلة. سيعامل طيف الـPCS والخليوي إلى هذا المدى كطيف سلامة للعموم. لا يمكن أن يكون متأثراً من خدمات أخرى متشاركة معه.
3. الاهتمام الثالث هو إرسال إشارة الـCDMA. فهي تنشر قدرتها بعرض نطاق ترددي كاف لتكون مشابهة للضجيج. إن الإشارة التـي تشبه الضجيج لمنظومات الـCDMA قادرة على التغلب على التداخل الخارجي الوارد من مشغل خدمة أخرى. لكن عليها أن تدفع الثمن بتضحيتها بالسعة. إن مفهوم مشاركة الطيف بالحقيقة هو تحويل استخدام الطيف من خدمة واحدة إلى أخرى، لا إحراز مردود طيف.

يخطط المشغلون في نطاق الـPCS والخليوي المرخص التبديل من الجيل الثانـي إلى الجيل 2.5 إلى الجيل الثالث. يحاول المشغلون بصعوبة استخدام الطيف بكفاءة. لا متسع لخدمات أجنبية متشاركة الطيف في هذا النطاق.

مشغلون غير مرخص لهم في خدمات مختلفة: الإرسال ضمن النطاق فوق العريض (ultra broad band) ممكن إما بتقانة طيف منشور (SS) أو بتعديل موقع نبضة (PPM: Pulse Position Modulation)، لنشر الإشارة عبر عرض نطاق من (2) إلى (6) غيغاهرتز.

يتحول بالنتيجة منبع ملحوظ إلى منبع غير ملحوظ.

إرسال إشارة من المشغل:

إشارة ذكية ——تصبح—→ إشارة تحت الغطاء (مخفية)

إشارة مستقبلة من مشغلين آخرين:

تداخل معروف الهوية ——يصبح—→ ضجيجاً مرتفعاً غير معروف الهوية

إنها متشابهة مع:

جيش نظامي ——يتحول إلى—→ حرب عصابات

(مصدر ملحوظ) (مصدر غير ملحوظ)

سوف تستمر في هذه الوضعية أرضية الضجيج العامة بالارتفاع. لكن سيكون من الصعب إيجاد المصدر ولا يمكن لأحد أن يلام على ذلك. بالسماح لمشغلين غير مرخص لهم استخدام طيف النطاق ما فوق العريض فإن مردود الطيف قادر على الازدياد إلى قيمة عظمى مع ازدياد عدد غير المرخص لهم لعدد غير محدود، لكن الجودة الكلامية وإرسال المعطيات قد تصبح غير مقبولة كلياً.

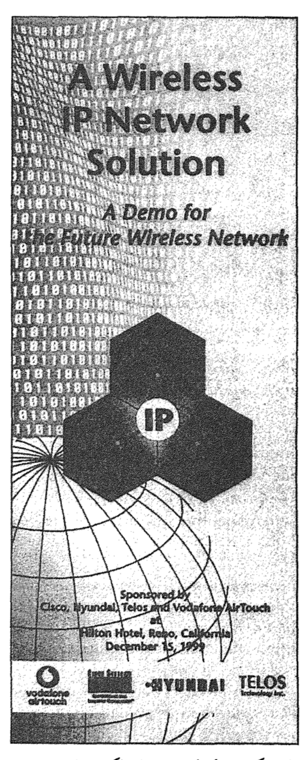
يعني مردود الطيف الأعظمي في طرف الإرسال أن كل واحد قادر على إرسال مكالمات دون إعاقة رد (blocking) وبإمكانه الإرسال مرات عديدة كما يحلو له. يعني مردود الطيف الأعظمي في الاستقبال أن لا أحد سيكون قادراً على فهم أو كشف مكالمة.

2.8.8 مردود الطيف والإشارة الشبيهة بالضجيج

يمكن النظر لأي مسألة من زاوتين على الأقل. من منظور فردي: قد يدعي فرد طالما أنه يستخدم طيفاً بعرض نطاق عريض بأن إشارة تشغيله (أو تشغيلها) تتضمن مستوى ضجيج غير مهم عبر كامل النطاق. لا تستطيع الـــFCC كشف الإشارة. لهذا يمكنه (أو يمكنها) الإرسال على الأغلب ما أمكنه. لا حاجة لترخيص ويتم ادخار ضريبة الترخيص المرتفعة.

من منظور الـــFCC:

1. لا تحتاج إشارة نطاق ما فوق العريض لترخيص من الـــFCC للتشغيل.
2. مردود الطيف محقق.



المستند 8.آ: عرض حل شبكة بروتوكول انترنيت لاسلكية برعاية (Cisco)، (Hyundai)، (Telos)، (Vodafone AirTouch)

3. يجعل من عمل الــFCC أكثر صعوبة لتنظيف فوضى (لخبطة) مستوى الضجيج العالي في المستقبل.

4. يفترض المرخص لهم من خلال المزاد ملكيتهم للطيف ولهذا سيطالبون الــFCC إيقاف أي إشارة تنتهك طيفهم.

3.8.8 استنتاج

تحتاج سياسة المشاركة بالطيف للدراسة بعناية فائقة من قبل الــFCC وإلا فإن عصر المعلومات اللاسلكية سيكون عصراً مظلماً نتيجة مستوى الضجيج العالي.

9.8 هل ستصل الاتصالات اللاسلكية إلى نهاية/13/؟

1.9.8 مقدمة

أقامت شركة ماركونـــي في عام 1897 بنجاح وصلة اتصال لاسلكية بمدى (18) ميلاً عملت من (Needles) على جزيرة (Wright) إلى زورق قطر. أصبحت الاتصالات اللاسلكية اليوم جزءاً من حياتنا اليومية. لهذا فإنه من المناسب التطرق إلى اتجاه الاتصالات اللاسلكية في المستقبل. خلال الأعوام الثلاثين الماضية نمت صناعة الاتصالات اللاسلكية بسرعة كبيرة، فالنداء (pagers) والهواتف اللاسلكية والاتصالات الساتلية والهواتف الخليوية وهواتف الــ(PCS) أصبحت شائعة جداً. كان دائماً التركيز الرئيسي بين هذه الخدمات على الصوت من أجل الزبائن. لدرجة استخدم جهاز الهاتف للرد على إشارة نداء (a page). مع ذلك وبسبب نمو الانترنيت ستغدو خدمة المعطيات مهمة في المستقبل.

يعتمد الإرسال الرقمي بما فيه الصوت والمعطيات والحوسبة والتسلية على إرسال المعطيات عالية السرعة. لكن إرسال معطيات عالية السرعة تحتاج لنطاق عريض، وفي وسط الاتصالات اللاسلكية إن عرض النطاق سلعة نفيسة. فعلى الأغلب من المستحيل استقبال عرض نطاق لاسلكي ضخم كما هو في حال عرض نطاق الليف الضوئي. لذلك فالسؤال الذي يظهر هل ستصل الاتصالات اللاسلكية إلى نهاية؟ قبل الإجابة على هذا السؤال يجب علينا تفحص بعض العوامل والمسائل الرئيسية. إذا كنا نستطيع إيجاد الحلول لهذه المسائل فالجواب سيكون واضحاً.

القلق الرئيسي المتعلق بمستقبل الاتصالات اللاسلكية هي حدود الطبيعة الأم وعوامل من صنع الإنسان. تحتوي حدود الطبيعة الأم على أطياف طبيعية محدودة، وعلى مسائل طلب وسعة، وجهود تقانة ومنظومات ذكية. بينما تتضمن العوامل من صنع الإنسان إنشاء خدمة، ودور الحكومة كما هو مذكور لاحقاً في المقاطع لتالية.

2.9.8 طيف طبيعي محدود

إن طيف الأمواج الكهرومغناطيسية مورد طبيعي محدود لهذا فإن الاستخدام الكفء للطيف يعتبر تحدياً كبيراً. بسبب التداخل اللاسلكي هناك عدد محدود من منظومات خدمة في الاتصالات اللاسلكية قادرة على العمل ضمن طيفها المخصص وتمييز التداخل من الأطياف المجاورة.

يستخدم حالياً كثير من المنظومات الطيف بكفاءة باستخدام تعديل الطيف المنشور. ينشر تعديل الطيف المنشور قدرة الإشارة عبر طيف عريض النطاق و لا تسبب تداخلاً لكنها ترفع أرضية الضجيج. إذا تشاركت جميع منظومات الطيف المنشور نفس طيف النطاق العريض سوف ترتفع أرضية الضجيج إلى مستوى لا تتمكن عنده أي من المنظومات من العمل. لحسن الحظ هناك بينة طبيعية أن بإمكان معدل إرسال المعطيات أن يكون أعلى عندما تصبح مسافة الوصلة أقصر ضمن عرض نطاق طيف معطى وسنطبق هذا الدليل الطبيعي مستقبلاً.

3.9.8 مسائل طلب وسعة

وجدنا أن الجودة الكلامية وأداء منظومة شاملاً إرسال المعطيات متناسبين عكساً مع طلب خدمة وسعة منظومة:

(جودة كلامية وأداء منظومة) = (طلب خدمة وسعة منظومة)-1

هناك تحد كبير لمشغلي منظومة في إيجاد تقانات جديدة لرفع الحاجز بحيث يمكن المحافظة على الجودة الكلامية مع ازدياد طلب الخدمة. نحتاج لأقنية عريضة النطاق للسعة ولإرسال معطيات بسرعة عالية. لهذا السبب إن عرض النطاق تحد رئيسي للاتصالات اللاسلكية في المستقبل.

إن تصور اتجاه الاتصالات اللاسلكية مستقبلاً مبين في الشكل (19.8)، هناك عمليتان هما

ثورة ونمو فاليوم منظومة النطاق الضيق ماضية نحو منظومة النطاق العريض ومنظومة السعة القليلة ماضية نحو منظومة السعة العالية ضمن العملية الثورية. تستطيع منظومات أخرى قائمة المضي عبر عملية النمو مثل مضي منظومة ضيقة النطاق لاحراز سعة عالية ومضي منظومة قليلة السعة لاحراز خدمات نطاق عريض. إن منظومة الجيل الثالث العالمية ماضية حالياً من منظومة نطاق ضيق وسعة منخفضة إلى منظومة عالية السعة عريضة النطاق من خلال عملية ثورية.

4.9.8 جهد تقانـــي

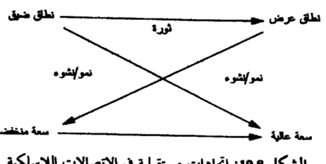
يجب توجيه جهود التقانة باتجاه طرق استخدام الطيف الكهرومغناطيسي بكفاءة:

راديو عريض النطاق: الراديو عريض النطاق ضروري لإرسال معطيات عالية السرعة. هناك نوعان من راديو النطاق العريض. راديو تجهيزات (عتاد) (**hardware**) وراديو برمجيات. يمكن استخدام راديو البرمجيات (انظر المقطع 4.7) بمرونة أكثر من راديو العتاد في التطبيقات التالية:

1. راديو عريض النطاق واحد لخدمة واحدة. مثل الخليوي أو الـــPCS. وهو قادر على توفير أقنية عريضة النطاق (WB) أو ضيقة النطاق (NB) أو أقنية عريضة وضيقة مختلطة
2. راديو عريض النطاق واحد لخدمات متعددة (مثل خليوي وPCS وساتلية ...الخ) في هذه الحالة إن الراديو قادر على خدمة واحدة في وقت واحد أو خدمات متعددة في وقت واحد.
3. راديو عريض النطاق لأنظمة متعددة (مثل AMPS, GSM, CDMA ...الخ)
4. راديو عريض النطاق لخدمات متعددة وأنظمة متعددة.

يجب أن يستمر الراديو في المحافظة على جودة صوت جيدة بعد الحصول على الإشارة المطلوبة عبر بحثه الذكي وعليه أن يميز بين جميع الإشارات غير المرغوبة. إنه تحدٍ

5. لا تزال تقانة راديو البرمجيات في مرحلة البحث والتطوير. إن تحقيق راديو البرمجيات عريض النطاق صعب ويحتاج إلى تقانة خرق (**Breakthrough**).



الشكل 19.8: اتجاهات مستقبلية في الاتصالات اللاسلكية

موجة ميليمترية وأشعة تحت الحمراء: لتطبيق اتصالات عريضة النطاق على إرسال بمعطيات سريعة، فاكس – فيديو – وما إلى ذلك يحتاج الأمر لطيف عريض النطاق. في اتصالات الخط السلكي الاتجاه هو في التبديل من السلك المزدوج والكابل المحوري إلى الكابل الليفي عريض النطاق. كان فقد الكابل الليفي أوائل السبعينيات عالياً جداً. دفعت تقانة الكابل الليفي الفقد نحو الأسفل إلى (0.1) ديسيبل لكل كيلومتر حيث هي اليوم.

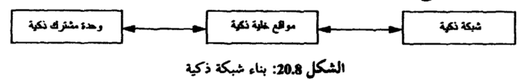
يمكن توفير طيف النطاق العريض في الاتصالات اللاسلكية عند الترددات الأعلى. تحركت المجالات الترددية نحو الأعلى من الترددات العالية (HF) إلى الترددات العالية جداً (VHF) إلى الترددات فوق العالية (UHF) إلى الميكروية والأشعة تحت الحمراء. مع ذلك إن فقد انتشار اتصالات الموجة الميكروية والأشعة تحت الحمراء عالٍ جداً اليوم. ويجب أن يتوفر لوصلاتهما خط نظر. قد نجد في المستقبل وسائل لتقليل الفقد بإنشاء أنواع خاصة من العواكس في المجال، أو استخدام أجهزة أخرى. علينا اتباع نفس التوجه الذي سرنا عبره لتقليل فقد الكابل الليفي في تقليل فقد الموجة الميكروية ووصلات الأشعة تحت الحمراء.

سعة المنظومة: إن جعل سعة المنظومة أعظم ما يمكن في الطيف المخصص تحد آخر. أثبت تعديل الطيف المنشور اليوم بأنه أفضل طريقة لزيادة سعة المنظومة.

تقانة خالية من التداخل: يحتاج المرشح حاد الحافة والمضخم الخطي عريض النطاق ......وما إلى ذلك إلى تحسينات لإيقاف التداخل الذي يسببه مستخدمو طيف مجاور. تحاول تقانة الناقلية العالية (Super Conductivity) (طبيعة حرارة منخفضة) أن تلعب دوراً في تقليل الضجيج ويمكن تطبيقها على المرشحات والمضخمات منخفضة الضجيج (low-noise amplifiers).

منظومة هجينة Hybrid System: قد يتطلب الأمر أن تكون منظومة الاتصالات عريضة النطاق الترددي منظومة هجينة بكابل ليفي. معظم وصلات شبكة الاتصالات بكوابل ليفية. القلق هو فقط في الوصل بين الكابل الليفي والوصلة الراديوية عند آخر مائة متر. قد يكون تطوير تقانة آخر مائة متر عريضة النطاق أسهل بكثير وستكون مستخدمة في التطبيقات المتنقلة والمحمولة.

منظومات ذكية: يتحقق تطوير بناء شبكة جيد لشبكات لاسلكية بـ: (1) فهم حدود الطبيعة الأم (2) جهد إبداعي من صنع الإنسان (3) المخاطرة المترتبة على تطوير البرمجيات. قد تسمى منظومة تستخدم الأقسام الثلاثة المبينة في الشكل رقم (20.8) منظومة ذكية. يجب على وحدة المشترك أن تكون ذكية لتنفيذ الأوامر، ولمواقع الخلايا ذكاء لإمرار الأوامر وللشبكة ذكاء لصنع أوامر وتعليمات.



الشكل 20.8: بناء شبكة ذكية

5.9.8 مفهوم جديد لاستخدام الطيف

يتوجب على مقدمي الخدمة التفكير في استخدام الطيف بمزيد من الوعي نظراً لأن الانترنيت اللاسلكية بدأت بالنمو بسرعة. وغدا سعر مزاد الطيف مكلفاً جداً.

آ- تحصيل الطيف يصبح مورداً مكلفاً جداً:

• *مزاد المملكة المتحدة للجيل الثالث*: المملكة المتحدة بلد تعداد سكانه ستون مليوناً. أقامت مزاداً لطيف الجيل الثالث المكون من (140) ميغاهرتز مقسماً إلى خمسة نطاقات ترخيص. من بين عطاء المزايدات الخمس كانت قيمة ترخيص النطاق (B) (2×15 ميغاهرتز) ستة مليارات جنيه إسترليني أو ما يقارب عشرة مليارات دولار. الرسالة المستنتجة من هذا المزاد هو أن على مستقبل الاتصالات اللاسلكية المتنقلة أن تندمج مع الانترنيت لتكون تجارة مزدهرة.

غدا أيضاً سعر شراء التجهيزات غير مهم نسبياً مقارنة مع سعر مزايدة الطيف. إضافة لذلك سيكون كل مقدم خدمة أكثر حذراً باستخدام الطيف كي يبرر كلفة المزاد.

• *مزاد الولايات المملكة المتحدة لـــ(700) ميغاهرتز*: سوف تحرر الولايات المتحدة الأقنية التلفزيونية ذات الأرقام (60) وحتـــى (62) وكذلك (65) حتـــى (67) [ست أقنية تلفزيونية تشكل نطاقاً ترددياً قدره (36) ميغاهرتز] لصالح الاتصالات اللاسلكية. سوف يتم إصدار لـــ (30) ميغاهرتز منها ترخيصان الأول يساوي (2×5) ميغاهرتز (747-752، 777-782 ميغاهرتز)، والآخر يساوي (2×10) ميغاهرتز (752-762، 782-792 ميغاهرتز). الـــ(6) مياهرتز هي نطاق حماية. ستقسم الولايات المتحدة إلى تجمعات ستة مناطق اقتصادية (EAGs: Economic Area Groupings). سيكون لكل منطقة (EAG) ترخيصان. المجموع الكلي للتراخيص بكامل البلد هو (12). خطط للمزاد أن يبدأ في أيلول (سبتمبر) عام (2000) والتنبؤ هو أن الحكومة الأمريكية قد تحصل حتـــى (20) مليار دولار كعائد مزاد لـــ (30) ميغاهرتز وفقاً للتنبؤ.

ب- معطيات عالية السرعة

نظراً لأن الصوت يُمزج مع المعطيات في قناة الجيل الثالث وقدرها (5) ميغاهرتز فإن قدرة الـــ(6) كيلوبت/ثا لقناة حركة (traffic) صوت مختلفة عن قدرة (386) كيلوبت/ثا لقناة حركة معطيات. إن من الصعب جداً في حامل CDMA قدره (5) ميغاهرتز معالجة نوعين مختلفين من أقنية الحركة مع طريقة تحكم قدرة قائمة لحل مسألة تداخل البعيد القريب (near-far effect) بينما معدل المعطيات أعلى من (386) كيلوبت/ثانية. لهذا السبب إن مردود استخدام القناة في حامل CDMA وقدره (5) ميغاهرتز منخفض. لكي نجعل الاستفادة من القناة عالية من الواجب استخدام قناة مكرسة لإرسال معدل معطيات عالي قمة لوصلة أمامية حتـــى (2.4) ميغابت/ثا دعيت معدل معطيات عالي (HDR: High Data Rate) وطورت من قبل شركة Qualcomm التـــي أجرت تجربة في سان دييغو. طور إضافة لذلك باعة آخرون أقنية معطياتهم عالية السرعة: (1X treme) مطورة من قبل موتورولا ونوكيا، و(E-1XRTT) مطورة من قبل نورتل و (1X plus) مطورة من قبل اريكسون وهي مبينة في الجدول رقم (2.8).

ج- منصة وصلة خط نظر:

نحتاج كي نمتلك معطيات عالية السرعة إنشاء وصلات خط نظر (LOS: Line Of

(Sight. يقلل خط النظر امتداد (spread) زمن التأخير والتردد والفراغ والزاوية حين استقبال الإشارة عبر الوسط. هناك عدة طرق لإنشاء وصلات خط نظر.

د- تقنياتٍ تعديل لأجل ظروف خط نظر محيطية:

1. وصلات آخر مئة متر – يمكن لهذه الوصلات أن تكون وصلات خط نظر ويمكن تطبيقها على موجة ميليمترية أو أشعة تحت الحمراء من أجل عرض نطاق كبير.
2. سواتل عريضة النطاق – توفر سواتل المدار المنخفض (LEO: Low Earth Orbit) وسواتل (Geosychrnous Earth Orbit) المدار الأرضي المتزامنة معطيات عالية السرعة لكنها لا تستطيع خدمة وحدات متنقلة ذات سعة حركة (traffic) عالية. إن موطئ أقدامها (foot prints) كبيرة جداً لهذا فإن مفهوم إعادة استخدام التردد لمنظومة خليوية لزيادة مردود الطيف غير عملي في المنظومات الساتلية مع مورد عرض نطاق محدود.
3. السواتل الجوية (Atmospheric Satellites). السواتل الجوية هي منصات توفر خدمات اتصالات من ارتفاع في الجو قدرة (50,000) قدم وأعلى من ارتفاعات الطائرات التجارية (حوالي 30,000 قدم) بعضها مركبات هوائية بدون بشر. وأخرى سفينة هوائية (Aircraft) لغرض خاص. لكل منها ما يشبه حمل اتصالات ساتلي ومنظومة هوائي تشع نموذج حزم إلى الأرض بالأسفل. تبقى السواتل الجوية نموذجياً طافية لأقل-من يوم إلى عدة أسابيع أو حتـــى سنوات بوقت واحد. إن مركز عمليات مفرد مع عناصر هوائيات احتياطية على الأرض قادرة على المحافظة على تغطية (24×7) كم لمدينة أو أكثر على بعد (1000)كم. تحاول السواتل الجوية التـــي ستصبح حقيقة تجارية تقديم توصيلاً (Connectivity) عريض النطاق فعال لأماكن إقامة وتجارة في مدينة باستخدام بنية تَعدُ بتغطية كلية التواجد وسعة عالية على مستوى مدينة بجانب مدينة.

هناك بعض الأمثلة للتجهيزات مذكورة كما يلي:

آ- شركة (Angel Technologies).- تستخدم سفينة هوائية بشرية طويلة البقاء مرتفعة (HALO)

ب - شركة (AeroVironment).- تستخدم مركبة هوائية بدون بشر طويلة البقاء

جـــ - شركة (SkyStation).- تستخدم منصة أخف من الهواء بدون بشر

1. يمكن في ظروف محيطية بدون خفوت انتقاء التعديل بصورة مختلفة. إن تعديل الحزمة وحيدة الجانب (SSB) للصوت وتعديل تقسيم التردد المتعامد (OFDM: Orthogonal Frequency Division Modulation) للمعطيات هما تعديلان كفؤا الطيف لظروف خط نظر محيطية (أنظر المقطع 3-11-3).

2. يمكن أيضاً استخدام تقانة (Alpha Com)/14/ القادرة على إرسال (48) كيلوبت/ثا دفق معطيات (MD-3) عبر مرشح (2) كيلو هرتز والاستقبال بجودة عالية. الفكرة هي إيجاد طرق تمييز (mark) حالات التعديل وتزرير إزاحة طور (VMSK) متبدل VPSK: Variable Phase Shift Keying) على موجة الحامل بحيث يتعرض شكل موجة الحامل لأقل تشويه. طبعاً نحن نعلم بأن موجة حامل مستمرة (CW) غير مشوهة تحتاج من حيث المبدأ لمرشح بعرض نطاق قدره (1) هرتز.

ونظراً لكلفة الحصول العالية على طيف الجيل الثالث، فإن استخدام الطيف بأعظم مردود سيكون بحث المستقبل. وضع Lee تنبؤاً في كثير من المؤتمرات الدولية/15-17/: لقد قال اليوم إن الـــ(TDD) أحد أنماط الجيل الثالث الثلاثة وسيكون النمط الوحيد في الجيل الرابع. نظراً لأن الـــ(TDD) منظومة بكفاءة طيف عالية (أنظر المقطع 4-12-5). طبعاً نحتاج لإيجاد تقانة متفوقة تحقق ذلك. يمكن لطريقة ترميز ذكية أن تقلل التداخل. استخدمت شركة (LinkAir) رموز البروفيسور (Dauben Li) وتولت عرض ميزة الترميز/18/. يقول بعض الباعة بأن تقانة الترميز اكتشفت في الستينات وهي تقنية قديمة. استذكر Lee الترميز عام (1989) عندما عرض تعديل تقسيم الرمز متعدد النفاذ لـــQualcomm. يقول باعة أيضاً أن تقانة الـــ CDMA والطيف المنشور تقانة أدخلت في الخمسينيات وهي تقانات قديمة. قد تكون التقانة الأولى قديمة لكن تعديل التقانة الأولى لمنظومة حديثة يعد إسهاماً ضخماً. إذا كانت تقانة الترميز ليست تقدماً كافياً للـــ(TDD). عندئذ سيتم إيجاد تقنيات متفوقة. كان لـــLee رؤية حول منظومة الـــCDMA في عام 1989 والآن له رؤية حول منظومة الـــTDD للمستقبل.

6.9.8 سياسة الحكومة

مرونة الطيف: وضعت الـــ FCC حالياً سياسة الحصول على مرونة طيف، والتـــي

يمكن تصنيفها في نطاقين. مرونة فنية وخدمة. الغرض من هذه السياسة تعزيز المنافسة واهتمام العموم باستخدام الطيف بكفاءة أكثر. توفر مرونة خدمة ما خدمات أكثر في طيف مخصص في نفس المساحة الجغرافية. توفر المرونة الفنية منظومات تقانة مختلفة بنفس نطاق الطيف والمساحة الجغرافية. إنها تتسبب في بعض القلق. إن سياسة المرونة هذه قادرة على العمل ضمن ظرفي: عدم استقرار ونقص بالانضباط. وهذا يحتاج دراسة إضافية.

ما يجب أن يكون عليه المعيار العالمي الجيد: يجب استخدام منظومة معيار جيد من قبل خدمات مختلفة كثيرة. مثال تستخدم الخدمات الأربعة PCS، الخليوي، LEO/MSS، وWLL منظومة واحدة. إنه حل مرغوب فيه. الوضعية غير المرغوب بها هي منظومات متعددة تزود نفس الخدمة. يوجد اليوم ثلاث منظومات عامله لخدمة الـــPCS وهي DCS-1900- NATDMA- CDMA. يتوجب على الخدمة الجيدة أيضاً تحقيق رغبة الزبون كما يلي:كلفة قليلة، ومقاييس صغيرة، ووزن خفيف، وجودة عالية، وزمن تحدث طويل، وإمكانية استقبال مكالمات في أي مكان وزمان وبجهاز سهل التعامل والتشغيل.

7.9.8 طريق معلومات لاسلكية فوق العام (WIRLESS INFORMATION SUPERHIGHWAY)

جاء مفهوم طريق معلومات لاسلكية فوق العام (superhighway) من نائب الرئيس (AL Gore). يمكن تحقيق طريق معلومات خط سلكي فوق العام بسبب عرض النطاق الضخم المتاح من شبكة ألياف ضوئية، وهنا إن مسألة الأداء البشري هي في النفاذ للشبكة،طريقة النفاذ لإدخال وإخراج المعلومات. تأتـــي محدودية عرض النطاق الهزيل للاتصالات اللاسلكية من محدودية الطبيعة الأم. تتسبب قابلية التنقل بصعوبة أخرى في متابعة مطلب إرسال معطيات عالية السرعة هذه. للحصول على عرض نطاق كبير يجب على ترددات الحامل الصعود للأعلى إلى الموجة الميليمترية والأشعة تحت الحمراء. يمكن تطبيق طريق التنوع (diversity) على وصلات موجة ميليمترية لزيادة شدة الإشارة. يمكن استخدام الإرسال المنعرج (diffuse) على وصلات الأشعة تحت الحمراء لتوليد مسارات متعددة والتشغيل تحت ظروف خارج خط النظر. أيضاً وبسبب قدرة الأشعة تحت الحمراء على اختراق هطول المطر وليس الضباب وبسبب قدرة الموجة الميليمترية على اختراق الضباب

وليس هطول المطر يمكننا إنشاء مستَقبل تنوعي بوسط مزدوج باستخدام الأمواج الميليمترية والأشعة تحت الحمراء لوصلة المعطيات عالية السرعة اللاسلكية ذات المائة متر الأخيرة (أنظر المقطع 12.5).

الجدول 2.8: عدة منظومات معطيات عالية السرعة

	HDR*	1XTREME	E-1XRTT	$1XP_{LUS}$
مقترحة من قبل	Q ualcomm	Motorola, Nokia	Nortel	Ericsson
قمة معدل معطيات وصلة أمامية FL	2.4 ميغابت/ثا	5.2 ميغابت/ثا	3.7 ميغابت/ثا	2.4 ميغابت/ثا
قمة معدل معطيات وصلة عكسية RL	307.2 كيلوبت/ثا	614.4 كيلوبت/ثا	460.8 كيلوبت/ثا	307.2 كيلوبت/ثا
متوسط دفق	~ 600 كيلوبت/ثا	~400 كيلوبت/ثا	~600 كيلوبت/ثا	~600 كيلوبت/ثا
طريقة نفاذ وصلة أمامية	(TDM) أنبوب سمين	(CDM) أنبوب متشارك به	(TDM) أنبوب سمين	TDM
تعديل وصلة أمامية	QPSK, 8-PSK, 16-QAM	QPSK,8PSK, 16QAM,64QAM	FL: QPSK, 8-PSK, 16QAM, 32QAM	مثل HDR
تعديل وصلة عكسية RL	BPSK إزاحة صفحة ثنائية	BPSK	BPSK	BPSK
تحكم قدرة وصلة أمامية FL	لا يوجد، استخدام كامل القدرة المتوفرة	انشوطة مغلقة @ 800 ميغا هرتز	لا يوجد استخدام بكامل القدرة المتوفرة	مثل HDR
تحكم قدرة وصلة عكسية (خلفية) RL	انشوطة مفتوحة/مغلقة @ 800 هيرتز	انشوطة مفتوحة/مغلقة @ 800 هرتز	انشوطة مفتوحة/مغلقة @ 800 هيرتز	مثل HDR
دعم خدمة صوت	لا	نعم	نعم إذ كان موافقاً مع معطيات	نعم
تنوع إرسال (Transmit diversity)	غير محدد	ترميز كتلة زمن-فراغ Space Time Block Coding	**	غير محدد
بنية الشبكة-بروتوكول طبقة الراديو/ تحكم النفاذ MAC/RLP	غير مركزي	غير مناقش	غير مركزي	غير مركزي
بنية الشبكة-إدارة قابلية التنقل (Mob Mgmt)	غير مركزي	غير مناقش	مركزي	مركزي
قابلية التنقل	متنقل	ترحالي nomadic	متنقل	متنقل

* للمنظومة تجربة للعموم في سان دييغو-تشرين الثاني عام 1999

** تقنيات صفوف أنشوطة مفتوحة ومغلقة (Open-loop and closed-loop array technologies)

8.9.8 استنتاج

قطاعات مختلفة من الاهتمام قد ذكرت. إذا لم يكن لجهد التقانة أن يكون متحركاً للأمام وإذا كان توقيت استراتيجية إنشاء خدمة غير صحيح. وإذا لم تلعب الحكومة دوراً قوياً في تنسيق الطيف، وإذا لم يتم التفكير والتخطيط في الطلب والسعة فمن المحتمل أن نواجه نهاية لتقدم الاتصالات اللاسلكية.

بالطبع إذا جعلنا كل فرد يدرك المسائل المختلفة الواقعة أمامه بالتطرق لها مبكراً سنكون قادرين على تصحيح المسار عندما نتحرك للأمام إلى مستقبل اتصالات لاسلكية عظيم.

10.8 مراجع

1. Daniel C. Lynch and Marshall T. Rose, Internet System Handbook, Addison-Wesley, New York, 1993.
2. David Sacks and Henry Stair, Hand-On Internet, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1994.
3. John S. Quarterman, The Internet Connection, Addison-Wesley, New York, 1994.
4. L. Goldberg, "Wireless LANs: Mobile Computing's Second Wave," Electronic Design, June 26,1995.
5. J. Cheah, "A Proposed Architecture and Access Protocol Outline for the IEEE 802.11. Radio LAN Standards, Part II," IEEE Documentation, p. 802, 11/91/54,
6. Charles E. Perkins, Mobile IP, Design Principles and Practices, Addison-Wesley, New York, 1998.
7. WAP Forum, "Wireless Application Protocol," Wireless Internet Today, June 1999.
8. Andrew Seybold, "Bluetooth Technology: The convergence of communication and computing." Andrew Seybold's Outlook, May 16, 2000, www.bluetooth.com.
9. Ken Arnold, et al., "The Jini Specification," The Jini™ Technology Series, June 1999.
10. Jeffrey C. Rice and Irving Salisbury, Advanced Java 1.1 Programming, McGraw-Hill, New York, 1997.
11. W.C.Y. Lee, "A Wireless IP Network Solution," conference of Reno Demonstration on IP Core Network, Reno, NV, Dec. 15, 1999.
12. W.C.Y. Lee, "Interference or noice?, FCC Has to Make a Choice," submitted to FCC

Technology Advisory Council, May 14, 1999.

13. W.C.Y. Lee, "Will Wireless Communications Come to an End?" Journal of Information Science and Engineering. 15:643-651, September 1999.
14. H.R. Walker, J.C. Pliatsikas, Dr. C.S. Koukourlis, and Dr. J.N. Sahalos, "Wireless Communications Using Spectrally Efficient VMSK/2 Modulation" in Third Generation Mobile Systems, Springer Verlag, Berlin, 2000.
15. W.C.Y. Lee, "G3G and Its Future," 9th Annual Wireless and Optical Communications Conference, April 14-15, 2000, Marriott Airport Hotel, Newark, New Jersey.
16. W.C.Y. Lee, "Status and Future Prospects for Mobile Phone and Data Communications in the U.S..A.," IEEE VTC-2000 Conference-Panel PA-03 "Development of IMT-2000," Tokyo, Japan, May 18, 2000.
17. W.C.Y. Lee, "Introducing the New Tools and Techniques for 3G," Workshop #2, CDMA World Congress, Hong Kong, China, June 12, 2000.
18. LinkAir Communication Inc. "LinkAir Communications LAS-CDMA Technology Seminar" May 8, 2000, Excalibur Hotel, Los Vegas, Nevada.

المصطلحات

A multiple of Rake Receiver	مستقبل مشط متعدد
Acknowledge Return request	طلب إعادة إشعار
Active Channel	قناة عاملة
Address Code	رمز عنوان
Air Interface	مواءمة هوائية
Antenna Beam	حزمة هوائي
Architecture	بنية
Artificial Intelligence	ذكاء صنعي
Attraction	جاذبية
Average	متوسط
Base Station	محطة قاعدة
Beam	حزمة
Beam Selector	ناخب حزمة
Bit	بت
Blank	فراغ
Burst	رشقة، دفقة
Carrier	حامل
Cellular	خليوي
Chips	شبات
Chunk	مكسب
Code Sequence	تتابع رمز
Compatibility	انسجام
Compounder	ضاغط / ممدد
Cophase	نفس الطور
Correlated	مترابط
Data	معطيات، بيانات

Data Base	قاعدة معطيات
Data Collection System	منظومة جمع معطيات
Data Stream	تدفق معطيات
Data graws	جزئيات المعطيات
Degraded	متراجعة
Delta Modulation	تعديل دلتا
Demonstration	بيان عملي
Detection	كشف
Device	جهاز
Diagram	مخطط
Dialling	مراقمة
Differential	تفاضلي
Dispatch	توزيع
Digital	رقمي
Digital European Cordless	منظومة اتصال هاتف لاسلكي
Digitization	رقمنة/ترقيم
Direct Sequence	تتابع مباشر
Directional Antenna	هوائي موجه
Discrimination	تمييز
Distribution	توزيع
Diversity	تنوع
Diversity Receiver	مستقبل تنوع
Down link	وصلة نازلة
Down-converter	مبدل للأسفل
Dropped-cell Rate	معدل انقطاع مكالمة خلية
Dual mode	نمط مزدوج
Efficiency	مردود، كفاءة
Enhancer	محسن

Equalizer	مسوّي
Erlange	وحدة قياس حركة الاتصال
Expansion	توسيع
Excited	مهيج
Factor	عامل
Fading	خفوت (خبو)
Forward Error Correction	تصحيح خطأ أمامي
Forward link	وصلة أمامية
Frame	إطار
Frequency Domain	المجال الترددي
Frequency Hopping	قفز ترددي
Frequency Division Duplexing	مزاوجة تقسيم التردد
Future Public Land Mobile Telecommunication - System	أنظمة اتصال متنقلة ارضية مستقبلة للعموم
Gravity	ثقالة
Group	زمرة
Handover=Hand off	مناولة
Heuristic Rules	أحكام مرشدة
Hiss	هسيس
Hum	همم (ضجيج الـــ 50 هيرتز)
Hybrid	هجين
Identified Originator	المنشئ المعرّف
Idle channel	قناة شاغرة
Information Bit	بت معلومات
Infrastructure	بنية تحتية
Instantaneous Input	دخل آني
Intellectual Property Right	حق الملكية الفكرية
Intelligent Micro cell	الخلية الميكروية الذكية

Interference	تداخل
Interleaving	تشابك
Intermodulation	تعديل بيني
Jammer	مشوش
Jitter	إرتعاش
Keying	تزرير
Knowledge Base	قاعدة معرفة
Latency	زمن انتظار (تأخير)
Level	مستوى
Line-of-sight	خط نظر
Link	وصلة
Load	حمل
Low Noise Amplifier	مضخم منخفض الضجيج
Macro	ماكرو
Mass	كتلة
Merit	جدارة
Method	طريقة
Metropolitan	سكاني حضري
Metropolitan Statistical Area	منطقة إحصائية سكانية
Micro	ميكرو
Microprocessor	معالج ميكروي
Mini	ميني
Mobile Station	محطة متنقلة
Mobile party pay	الدفع على المتنقل
Mobile Satellite Service	خدمة ساتلية متنقلة
Mode	نمط
Modulation	تعديل
Net Working	تشبيك

Noise Floor	أرضية الضجيج
Normal	ناظمي
Normalization	تقييس
Notch	ثلمة
Omni-directional Antenna	هوائي غير موجه/لا اتجاهي
Operator	مشغّل
Packet	رزمة
Packets	رزم
Paging	نداء
Parameter	معلم
PATH	مسير (ممر)
Path Diversity	تنوع مساري
Pattern	نموذج
Performance	أداء
Perpendicular	عمودي
Personal Communication Service	خدمات اتصال شخصية
Personal Communication Services	خدمات اتصال شخصية
Personal Handy Phone Service	خدمات الهواتف اليدوية الشخصية
Pico	بيكو
Plan	خطة
Plan	مستوى
Power Control	تحكم قدرة
Predictor	متنبئ
Predistortion	تشويه مسبق
Preemphasis / Deemphasis	تركيز/حاذف التركيز
Processing Gain	ربح معالجة
Processor	معالج
Propagation	انتشار

Proper	مناسب - صحيح
Pulse code Modulation	تعديل نبضي مرمز
Quadrature Amplitude Modulation	تعديل مطالي رباعي
Real time	الزمن الحقيقي
Redundancy	فيض - وفرة
Regularity	نظامية/قياسية
Relay	مرحل/معيد
Relaying	ترحيل/إعاده
Repeater	معيد
Repeater Station	محطة إعادة
Residential	سكني
Reverse link	وصلة عكسية
Roaming	تجوال
Routing	تسيير
Rule Base	قاعدة حكم
Satellite	ساتل
Service Provider	مزود خدمة/مقدم خدمه
Set	مجموعة، طقم
Short Burst	دفقه قصيرة
Signaling	تشوير
Simulation	تحاكي
Skirt Filters	مرشحات الحافة
Slot	حيز، نافذة
Software	برمجيات
Space Diversity	تنوع فراغي
Spatial Domain	المجال/ الحيز/ الفراغي
Spectral Energy	طاقة طيفية
Spectrum	طيف

Spread Spectrum	طيف منشور
Standard	قياسي، معياري
Station	محطة
Stationary	مستقر
Stream	قطار/دفق
Switching	تبديل
Syllabic	مقطعي
Telecommunication	اتصالات بعيدة
Time Domain	المجال الزمني
Time Delay Spread	امتدا زمن تأخير الوقت
Time Division Duplexing	مزاوجة تقسيم الزمن
Time Slot	حيز (نافذة) زمني
Time Window	مجموعة (Time slots)
Timely Manner	أسلوب توقيتي
Token Ring	حلقة الرمز
Trade off	توازن ، توفيق، مقابل
Traffic	حركة
Traffic Flow	سريان الحركة
Transceiver	مرسل/مستقبل
Traveling Wave Tube	صمام موجه مراحلة
Type	نوع
Waveguide	دليل موجه
Web	نسيج
Wieless Local Loop	انشوطة لاسلكية محلية
Unintelligible	غير مفهوم
Up-converter	مبدل للأعلى
Up-link	وصلة صاعدة
Utility Pole	عمود شبكة عامة
Vendor	بائع
Vertical	رأسي (شاقولي)
Virtual	افتراضي/وهمي
Zone Converter	مبدل منطقة

الإختصـــارات

A

AAA	Authentication Authorization Accounting
ACE	Area Coverage Estimation
ADLG	Automatic Determination of Location and Guidance
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AI	Artificial Intelligent
AIN	Advanced Intelligent Network
ALI	Automatic Location Identification
AM	Amateur
AMA	Automatic Management Accounting
AMDS	Advanced Mobile Design System
AMPS	Advanced Mobile Phone Services
AMR	Adaptive Multi Rate
ANI	Automatic Number Identification
APCO 25	Association of Public safty Communication Officer
ARN	Aeronautical Radio Navigation
ARQ	Acknowledge Return Request
ART	Advanced Radio Technology
ARTS	Advanced Radio Technology Sub Committee
ASK	Amplitude Shift Keying
ATGS	Air To Ground Service
ATM	Asynchronous Transfere Mode

B

BAH	Booth – Alan Hamilton
BCP	Byte Controlled Protocol
BERT	Bit Error Rate Test
BSC	Base Station Controller
BSS	Broadcasting Satellite Service

BTS	Base Transmission Station
	C
CAMA	Centralized Automatic Message Accounting
CAT	Common Air Interface
CBSC	Control BSC
CDG	Cellular Development Group
CDI	Cellular Data Inc.
CDM	Consumer Digital Modem
CDMA	Code Division Multiple Access
CDPD	Cellular Digital Packet Data
CELP	Code Excited Linear Prediction
CM	Circuit Merit
CNI	Conventional Network Interface
CPE	Central Processing Element
	Customer Premise Equipment
CPICH	Common Pilot Channel
CPM	Conference Preparatory Meeting
CRTP	Compound Real – Time Transport
CT	Computer Telephony
CTIA	The Cellular Telecommunication Industry Association
	D
DAB	Digital Audio Broadcasting
DBS	Direct Boardcast Satellite
DCAAS	Dynamic Channel Avoidance Assignment System
DECT	Digital European Cordless Telecommunication System
DMA	Defense Mapping Agency
DME	Distance Measuring Equipment
DNC	Data Network Controller
DOG	Dects Operator Group
DS	Direct Sequence
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexers

DSP	Digital Signal Processor
DSRR	Digital Short Range Radio
DTH	Direct To Home
DTMF	Dual Tone Multiple Frequency
DTOA	Differential Time Of Arrival
DTX	Discontinuous Transmission

E

EAG	Economic Area Grouping
ECM	Electronic Counter Measure
EDACS	Enhanced Digital Access Communication System
EDGE	Electronic Data Gathering Equipment
EES	Earth Exploration Satellite
EIRP	Equivalent Isotropically Radiated Power
EMC	Electromagnetic Compatibility
EMI	Electromagnetic Interference
ERC	European Radio Communication
ERMS	European Radio Massage System
ESS	Electronic Switch System
ESV	Earth – Station on Board Vessels
ETSI	European Telecommunication Standard Institute
EW	Electronic Warfare

F

FAES	Frequency Administration and Engineering System
FBW	Forward Error Correction
FCC	Federal Communication Commission
FDD	Frequency Division Duplexing
FDD-DS	Frequency Division Duplexing Direct Sequence
FDD-MC	Frequency Division Duplexing Multi – Carrier
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FDP	Fractional Degradation in Performance
FEC	Forward Error Correction

FL	Forward Link
FPLMTS	Future Public Land Mobile Telecommunication Systems
FS	Fixed Service
	G
GEO	Geosynchronous Earth Orbit
GII	Global Information Infrastructure
GIS	Geografical Information System
GMDSS	Global Maritime Distress and Safty System
GMPCS	Global Mobile Personal Communications by Satellite
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
GPP	Third Generation Partner Project
GPRS	General Packet Radio System
GPS	Global Position System
GSM	Global Mobile System
GTE	Group of Technical Expert
	H
HALE	High Altitude Long Endurance
HDLC	High level Data Link Control
HDR	High Data Rate
HDSL	High speed Digital Subscriber Line
HFB	High Frequency Broadcasting
HO	Hand Off
HPA	High Power Amplifiers
HSD	High Speed Data
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hyper Text Transmission Protocol
	I
ICAO	International Civil Aviation Organization
IDR	Independent Digital Repeater
IM	Inter – Modulation

IMO	International Maritime Organization
IMT	International Mobile Telecommunication
IMTS	Improved Mobile Telephone Service
IP	Internet Protocol
IPR	Intellectual Property Right
ISM	Industrial Scientific Medical
ISS	Inter Satellite Service
ITS	Intelligent Transportation Systems
ITSP	Internet Telephony Service Providers
ITU	International Telecommunication Union
IVR	Interactive Voice Response
IWF	Inter Working Function

J

JCB	Job Control Block
JEPS	Job Entry Peripheral Service
JGN	Junction Gate Number

K

KB	Kilo Byte
KC	Kilo Cycle

L

LACTC	Los Angeles Cellular Telephony Company
LAN	Local Area Network
LLN	Local Line Number
LMDS	Local Multi point Distribution System
LMSS	Land Mobile Satellite System
LTP	Layer Tunneling Protocol

M

MAC	Media Access Control
MAP	Media Access Protocol
MCTD	Multi Carrier Transmit Diversity
MEA	Meteorological Aids

MEAMS	Mobile Except Aeronotical Mobile Satellite
MES	Mobile Earth Station
MET	Mobile Earth Terminal
MFJ	Modification of Final Judgment
MIFR	Master International Frequency Register
MLS	Microwave Landing System
MMDS	Metropolitan Multi point Distribution Service
MMSI	Maritime Mobile Service Identities
MOCH	Multi site Open Channels
MOS	Mean Opinion Score
MRN	Maritime Radio Navigation
MS	Mobile Service
MSA	Metropolitan Statistical Area
MSC	Main System Controller
MSS	Mobile Satellite Service
	N
NAMPS	Narrowband AMPS
NA-TDMA	North American TDMA
NMT	Nordic Mobile Telephone
NNA	Network to Network
NNI	Network to Network Interface
NRAS	National Regularity Authorities
	O
ODMA	Opportunity Driven Multiple Access
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OHG	Operator Harmonization Group
OMC	Operation and Maintenance Computer
OTD	Orthogonal Transmit Diversity
	P
PAMR	Public Access Mobile Radio
PCCPCH	Primary Common Control Pilot Channel

PCN	Personal Communication Networks
PCS	Personal Communication Service
PDC	Personal Digital Cellular
PDH	Plesiochranous Digital Hierachy
PDM	Polarization Division Multiplexing
PFD	Power Flax Density
PG	Processing Gain
PHS	Personal Handy phone System
PMR	Private Mobile Radio
PSAP	Public Safety Answering Position
PSC	Primary Synchronization Channel
	Q
QDC	Quick Dependable Communications
QF	Quality Factor
QoS	Quality of Service
QRA	Quality Reliability Assurance
	R
RA	Radio Astronomy
RAS	Radio Astronomy Service
RBOCs	Regional Bell Operational Companies
RBW	Reverse Band Working
RCC	Radio Common Carrier
RDS	Radio Data System
RNS	Radio Navigation Satellite
RPE-LPC	Regular Pulse Excited Linear Prediction Code
RSA	Rural Service Area
RTS	Request To Send
RXD	Receive Data
	S
SCCPCH	Secondary Common Control Pilot Channel
SCH	Synchronous Channel

SCP	Support Control Program
SDH	Synchronous Digital Hierachy
SDLC	Synchronous Data Link Control
SDMA	Space – Division Multiple Access
SMR	Special Mobile Radio
SMS	Spectrum Management System
	Short Messeges Service
SO	Space Operation
SR	Space Research
SS	Spread Spectrum
SSC	Secondary Synchronous Channel
STD	Switching Transmit Diversity
	T
TCP	Transmission Control Protocol
TDD	Time Division Duplexing
TDMA	Time Division Multi Access
TETRA	Trans European Standard for Trunked Radio
TIA	Telecommunication Industry Association
TSTD	Time – Switched Transmit Diversity
TWT	Traveling Wave Tube
	U
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
UHF	Ultra High Frequency
UIN	Universal Internet Number
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
UPR	User's Preferred Requirement
UPS	Uninterruptible Power Supply
USART	Universal Synchronous Asynchronous Transmitter
USS	Unformated System Service
UV	Ultraviolet

V

VGE	Voluntary Group of Experts
VLBI	Very Long Baseline Interferometry
VLF	Very Low Frequency
VoDaCom	Voice Data Communication
VOS	Virtual Operating System
VPN	Virtual Private Network
VR	Virtual Route
VTAM	Virtual Telecommunications Access

W

WADS	Wide Area Data Service
WAN	Wide Area Network
WCDMA	Wide Band Code Division Multiple Access
WDM	Wave Length Division Multiplexing
WLL	Wireless Local Loop
WRC	World Radiocommunication Conference
WTA	Wireless Telephony Applications
WTPF	World Telecommunication Policy Forum
WTSC	World Telecommunication Standardization Conference

X

XIC	Transmission Interface Converter
XML	Extensible Markup Language

جامعة الدول العربية
المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم
المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر
بدمشق



السعر : 12 دولار أمريكي أومايعادلها